

Henning Balck

# **Lebenszyklusorientierte Ausschreibung und Vergabe im Hochbau – methodische Grundlagen**

F 2820

Bei dieser Veröffentlichung handelt es sich um die Kopie des Abschlußberichtes einer vom Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung -BMVBS- im Rahmen der Forschungsinitiative »Zukunft Bau« geförderten Forschungsarbeit. Die in dieser Forschungsarbeit enthaltenen Darstellungen und Empfehlungen geben die fachlichen Auffassungen der Verfasser wieder. Diese werden hier unverändert wiedergegeben, sie geben nicht unbedingt die Meinung des Zuwendungsgebers oder des Herausgebers wieder.

Dieser Forschungsbericht wurde mit modernsten Hochleistungskopierern auf Einzelanfrage hergestellt.

Die Originalmanuskripte wurden reprototechnisch, jedoch nicht inhaltlich überarbeitet. Die Druckqualität hängt von der reprototechnischen Eignung des Originalmanuskriptes ab, das uns vom Autor bzw. von der Forschungsstelle zur Verfügung gestellt wurde.

© by Fraunhofer IRB Verlag

2012

ISBN 978-3-8167-8720-4

Vervielfältigung, auch auszugsweise,  
nur mit ausdrücklicher Zustimmung des Verlages.

**Fraunhofer IRB Verlag**

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau

Postfach 80 04 69

70504 Stuttgart

Nobelstraße 12

70569 Stuttgart

Telefon 07 11 9 70 - 25 00

Telefax 07 11 9 70 - 25 08

E-Mail [irb@irb.fraunhofer.de](mailto:irb@irb.fraunhofer.de)

[www.baufachinformation.de](http://www.baufachinformation.de)

[www.irb.fraunhofer.de/tauforschung](http://www.irb.fraunhofer.de/tauforschung)

## **Forschungsprojekt**

„Lebenszyklusorientierte Ausschreibung  
und Vergabe im Hochbau – methodische Grundlagen“  
Schlussbericht - Februar 2011

Vorgelegt von Prof. Henning Balck

IPS – Institut für Projektmethodik  
und Systemdienstleistungen

Obere Neckarstraße 21  
69117 Heidelberg  
Tel.: 06221-5025 89-0  
balck@ips-institut.de

## **Forschungspartner:**

Rechtsanwälte, Franke-Heiermann-Knipp  
Autoren der juristischen Ausarbeitungen:  
Prof. Horst Franke / Dr. Moritz Frhr.v.Münchhausen

DB Station & Service  
GEZE GmbH  
WILO AG  
YIT GmbH

## **Wissenschaftliche Begleitung:**

Prof. Dr.-Ing. Thomas Lützkendorf, Universität Karlsruhe  
Prof. Uwe Rotermond, Fachhochschule Münster

---

## INHALTSVERZEICHNIS

<b>Abkürzungsverzeichnis .....</b>	<b>VI</b>
<b>Abbildungen im Text.....</b>	<b>VIII</b>
<b>Tabellen im Anhang .....</b>	<b>XI</b>
<b>1      <b>Forschungsaufgabe .....</b></b>	<b>1</b>
1.1      Kernprobleme des Lebenszyklusansatzes .....	1
1.2      Probleme und Lösungsansätze zur Berechnung von Lebenszykluskosten und Bewertung nachhaltiger Qualitäten.....	9
1.3      Wissensgrundlagen und Gliederung der Forschungsarbeit .....	17
1.3.1      Wissensgrundlagen der Forschungsarbeit .....	17
1.3.2      Gliederung und Übersicht der Ausführungen.....	18
<b>2      <b>Wirtschaftlicher Strukturwandel verändert Beschaffungsprozesse .....</b></b>	<b>20</b>
2.1      Neue Einkaufsregularien im Lebenszyklusansatz bei Bund und Ländern..	20
2.2      Systemführer in der Bau- und Immobilienwirtschaft.....	22
2.3      Strategische Regeln für lebenszyklusorientierte Investitionen und Beschaffungsprozesse .....	27
<b>3      <b>Lebenszykluskonzepte im Management .....</b></b>	<b>31</b>
3.1      Prozess- und Qualitätsmanagement .....	31
3.2      Systemdenken .....	35
<b>4      <b>Grundlagen des Lebenszyklusansatzes in Wertschöpfungsketten .....</b></b>	<b>37</b>
4.1      Bauwerke und Immobilien in Wertschöpfungsketten .....	37
4.1.1      Bauwirtschaft – Immobilienwirtschaft - Servicebranchen .....	37
4.1.2      Immobilien / Bauwerke / Facilities in der Lebenszyklusperspektive .....	39
4.2      Technologische Wertschöpfungsketten und Erfolgsdefinitionen für Bauwerke .....	43
4.2.1      Bauwirtschaftlich-technologische Wertschöpfungskette .....	43
4.2.2      Erfolg von Produkten und Leistungen – Hindernisse und Chancen in der bauwirtschaftlich-technologischen Wertschöpfungskette.....	44
4.2.3      Problemschnittstellen in der bauwirtschaftlich-technologischen Wertschöpfungskette .....	48
4.3      Immobilienwirtschaftliche Wertschöpfungskette .....	50
4.4      Service-Wertschöpfung .....	53
4.5      Das Projekt- Zielsystem in Wertschöpfungsketten.....	55
4.5.1      Herkömmliches Zielsystem in Bauprojekten .....	55
4.5.2      Projekt-Zielsystem im LifeCycle Projektmanagement.....	56
4.5.3      Integrale Erfolgsmessung.....	60

---

4.6	Beschaffung von Bauleistungen und Serviceleistungen - Gelenkschnittstellen in den Wertschöpfungsketten .....	62
<b>5</b>	<b>Zeitbegriffe und Objektbegriffe im Lebenszyklusansatz .....</b>	<b>67</b>
5.1	Zeitbegriffe der Akteure - Eigentümer / Nutzer / Betreiber im Lebenszyklusansatz .....	67
5.2	Zeitbegriffe für Objekte und Produkte im Lebenszyklusansatz .....	68
5.2.1	Lebenszyklen .....	68
5.2.2	Lebensdauer - Nutzungsdauer .....	71
5.2.3	Erneuerungen - Takt der Verbesserungen der Bausubstanz .....	74
5.3	Objektbegriffe im Lebenszyklusansatz .....	75
5.3.1	Bauteile und Produkte .....	75
5.3.2	Bauteil- und Produktorientierung im Planungsprozess .....	78
5.3.3	Zusammenfassung methodischer Vorteile der Bauteilorientierung im Lebenszyklusansatz .....	79
5.3.4	Von Investitionseinheiten zu Lebenszyklusobjekten .....	81
5.3.5	Systemtechnische Gliederungsebenen für Lebenszyklusobjekte .....	82
<b>6</b>	<b>Kostensystematik für Lebenszyklusobjekte .....</b>	<b>86</b>
6.1	Anforderungen an Kostenbegriffe und Rechenvorschriften zur Ermittlung von Lebenszykluskosten in Ausschreibungs- und Vergabeverfahren .....	86
6.2	Auswahl von Regelwerken aus Immobilienwirtschaft, Bauwirtschaft und Anlagenwirtschaft zur Strukturierung von Lebenszykluskosten für Ausschreibungs- und Vergabeverfahren .....	87
6.2.1	(Nicht-) Eignung immobilienwirtschaftlicher Kostengliederungen zur Ermittlung von Lebenszykluskosten .....	88
6.2.2	Eignung bauwirtschaftlicher Regelwerke für die Erfassung und Gliederung von Lebenszykluskosten .....	95
6.2.3	Vorbildliche Regelwerke der Gebäudetechnik für lebenszyklusorientierte Kostenermittlungen .....	98
6.2.4	Eignung der Kostengliederungen des Gebäudemanagement und Facility Management .....	100
6.3	Lebenszyklus-Kostenarten bauteilbezogener Lebenszyklusobjekte .....	101
6.3.1	Erstkosten und Folgekosten von Bauteilen - Kombination von DIN 276 und DIN 18960 .....	102
6.3.2	Bauteil-Kostenartenprofil nach Lebenszyklusphasen .....	103
6.3.3	Kostenprofile für Bauteil-Erneuerungsketten .....	106
6.4	Kostenermittlung von Lebenszyklusobjekten – Bauteile – Bauwerk- Subsysteme - Bauwerke .....	109
6.4.1	Bottom up Kostenermittlung von Lebenszykluskosten .....	109
6.4.2	Ermittlung der Erneuerungskosten von Bauteilketten .....	110

6.4.3	Lebenszyklus-Kostenrechnungen für Subsysteme und Bauwerke .....	111
6.5	Berechnung von Lebenszykluskosten auf der Basis von Leistungsverzeichnissen .....	113
6.6	Strategische Kostengruppen und Bauteile .....	114
6.6.1	Identifizieren Strategischer Kostengruppen / Bauteile .....	114
6.6.2	Differenzierung Strategischer Kostengruppen und Bauteile .....	118
6.6.3	Energieeffizienz - Passive und Aktive Bauteile .....	123
6.6.4	Ökologische Produktqualität – Primärenergieaufwand der Herstellung und Ressourcen-Einsatz .....	129
<b>7</b>	<b>Kostensteuerung durch Strategische Bauteile .....</b>	<b>130</b>
7.1	Bauteilorientierung und ganzheitliche Planung .....	130
7.2	Relevanzbewertungen .....	131
7.2.1	Relevanzbewertung nach dem Folgekosten-Index (FKI) .....	131
7.2.2	Relevanzbewertungen nach Lebenszykluskosten-Faktoren .....	136
7.2.3	Vergleich der Relevanzbewertungen.....	137
<b>8</b>	<b>Lebenszyklusorientierte Projektmethodik – methodischer Rahmen für Beschaffungsprozesse .....</b>	<b>139</b>
8.1	Soll-Modell für das Projektmanagement in lebenszyklusorientierten Bauvorhaben.....	139
8.1.1	Organisatorische Projektplanung im Lebenszyklusansatz .....	139
8.1.2	Lebenszyklusobjekte als Planungsinhalt – Veränderungen im Phasenmuster des HOAI Modells .....	140
8.1.3	Veränderungen in den erweiterten HOAI-Phasen lebenszyklusorientierter Bau- und Immobilienprojekte.....	143
8.1.4	Performance Measurement im 1.und 2. Betriebsjahr:.....	147
8.1.5	Informationsanforderungen in Leistungsketten / Lebenszyklusphasen ...	148
8.2	Vier-Säulen Modell.....	150
8.2.1	Methodik des 4-Säulen-Modells .....	150
8.2.2	Beschreibung des Vier-Säulen-Modells am Beispiel Beschaffung von Bodenbelägen .....	156
8.2.3	Ausschreibungsmuster nach Lebenszykluskosten für gebäudetechnische Anlagen am Beispiel eines Lüftungsgerätes.....	158
8.3	Entwicklungsaufgaben – Funktionale Ausschreibungen und Koppelung der Vergabeverfahren für Bauleistungen und Serviceleistungen .....	160
<b>9</b>	<b>LifeCycle Benchmarking für Instandhaltungsaufwand.....</b>	<b>163</b>
9.1	Methodische Regeln für die Auswertung von Folgekosten am Beispiel Instandhaltungsdaten.....	163
9.1.1	Leitlinien für Auswertungen von Instandhaltungsdaten.....	163

9.2	Auswertungen von Nutzungsdauerkosten und Erneuerungskosten nach DIN 276 Kostengruppen.....	164
9.3	Anforderungen an Instandhaltungsdaten und –software für die Ermittlung von Lebenszykluskosten .....	167
<b>10</b>	<b>Regeln für lebenszyklusorientierte Einkaufstandards .....</b>	<b>169</b>
10.1	Beschaffungsprozesse mit Einkaufsstandards .....	169
10.1.1	Identifizieren Strategischer Produkte.....	170
10.1.2	Organisation lebenszyklusorientierter Einkaufsprozesse.....	171
10.2	Beispiele für Einkaufstandards .....	174
10.2.1	Beispiel Brandschutztüren.....	174
10.2.2	Beispiel Beleuchtung.....	175
10.2.3	Beispiel Pumpen .....	176
<b>11</b>	<b>Rechtliche Grundlagen lebenszyklusorientierter Vergabeverfahren ...</b>	<b>178</b>
11.1	Problemstellung / Zweck der Untersuchung .....	178
11.1.1	Forschungsaufgabe in juristischer Sicht .....	178
11.1.2	Maßnahmen der Bundesregierung .....	178
11.2	Förderung von lebenszykluskostenorientierten Angeboten bei der Erstellung der Verdingungsunterlagen .....	179
11.2.1	Bekanntmachung von Wertungskriterien und Berechnungsgrundlagen..	179
11.2.2	Anreizgenerierung zur Beachtung von Lebenszykluskosten und Qualitäten der Nachhaltigkeit bei der Vertragsgestaltung .....	181
11.2.3	Nebenangebote und Lebenszykluskosten / Lebenszyklus-qualitäten .....	188
11.2.4	Verfahrenswahl und Lebenszykluskosten.....	188
11.2.5	Verhandlungsverfahren .....	189
11.2.6	Wettbewerblicher Dialog .....	190
11.3	Chancen und Risiken von Lebenszyklusaspekten in der Wertung.....	190
11.3.1	Erste Wertungsstufe.....	191
11.3.2	Zweite Wertungsstufe.....	193
11.3.3	Dritte Wertungsstufe .....	194
11.3.4	Vierte Wertungsstufe.....	194
11.3.5	Fazit / Ausblick.....	200
<b>12</b>	<b>Lebenszyklusorientiertes Vorgehensmodell für Gewerke-orientierte Ausschreibung und Vergabe .....</b>	<b>202</b>
12.1	STUFE 1 - Lebenszyklusorientierter Relevanzbaum – Ausrichtung auf Strategische Kostengruppen / Bauteile / Komponenten.....	203
12.1.1	Beschreibung der STUFE 1.....	203
12.1.2	Bisherige Erfahrungen zu STUFE 1 .....	205
12.1.3	Juristische Fragen + Hinweise zu STUFE 1 .....	207

12.2	STUFE 2 - Einbeziehung von Marktpartnern in den Informationsprozess der Planungstätigkeit.....	210
12.2.1	Beschreibung der STUFE 2 .....	210
12.2.2	Bisherige Erfahrungen zu STUFE 2 .....	211
12.2.3	Juristische Hinweise zu STUFE 2 .....	212
12.3	STUFE 3 - Koppelung von Gebäude-Performance und Bauteil-Performance zur Bewertung der Nachhaltigkeit.....	216
12.3.1	Beschreibung der STUFE 3 .....	216
12.3.2	Bisherige Erfahrungen zu STUFE 3 .....	221
12.3.3	Juristische Hinweise zu STUFE 3 .....	221
12.4	STUFE 4 - Ausschreibung von Bauleistungen im Lebenszyklusansatz ...	225
12.4.1	Beschreibung der STUFE 4 .....	225
12.4.2	Bisherige Erfahrungen zu STUFE 4 .....	228
12.4.3	Juristische Hinweise zu STUFE 4 .....	229
12.5	STUFE 5 - Vergabe von Bauleistungen im Lebenszyklusansatz .....	231
12.5.1	Beschreibung der STUFE 5 .....	231
12.5.2	Bisherige Erfahrungen zu Stufe 5.....	234
12.5.3	Juristische Hinweise zu Stufe 5.....	234
12.6	STUFE 6 - Performance-Messung / Zertifizierungen - .....	234
12.6.1	Beschreibung der STUFE 6 .....	234
12.6.2	Bisherige Erfahrungen zu Stufe 6.....	237
12.6.3	Juristische Hinweise zu STUFE 6 .....	237
<b>Glossar</b>		<b>239</b>
<b>Anhang Abbildungen</b> .....		<b>241</b>
<b>Anhang Tabellen</b> .....		<b>251</b>
<b>QUELLEN</b> .....		<b>270</b>

## Abkürzungsverzeichnis

AMEV	Arbeitskreis Maschinen- und Elektrotechnik staatlicher und kommunaler Verwaltungen
BBR	Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung
BBSR	Bundesministerium für Bau-, Stadt- und Raumforschung
BGB	Bürgerliches Gesetzbuch
BKI	Baukostenindex
BLB	Bau und Liegenschaftsbetrieb
BMVBS	oberste Baubehörde für Verkehr, Bauwesen, Städtebau und Raumordnung
BNB	Bewertung Nachhaltiges Bauen (Zertifizierung des Bundes)
BOT	Build Operate Transfer
BREEAM	BRE Environmental Assessment Method
BV	Berechnungsverordnung
CAFM	Computer Aided Facility Management
DGNB	Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen
DIN	Deutsche Industrie Norm
DIX	Deutsche Immobilien Index
EPD / UPD	Environmental Product Declaration / Umwelt-Produktdeklaration
F+E	Forschung und Entwicklung
FM	Facility Management
GEFMA	German Facility Management Assoziation
GU / GÜ	Generalunternehmer / Generalübernehmer
GWB	Gesetz gegen Wettbewerbsbeschränkung
HOAI	Honorarordnung für Architekten und Ingenieure
IPS	Institut für Projektmethodik und Systemdienstleistungen
LCC	Life Cycle Cost
LCQ	Life Cycle Quality
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design

LV	Leistungsverzeichnis
LZK	Lebenszykluskosten
LZQ	Lebenszyklusqualitäten
NWA	Nutzwertanalyse
MSR	Mess-, Steuer-, Regeltechnik
PPP	Public Private Partnership
StLB	Standardleistungsbuch
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
VDMA	Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau
VGW	Verordnung über die Vergabe öffentlicher Aufträge
VOB	Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen
VOL	Verdingungsordnung für Leistungen

## Abbildungen im Text

Abb. 1-1:	Erweiterung des Projektzielsystems zu einem lebenszyklusorientierten Zielsystem [© H. Balck] .....	3
Abb. 1-2:	Das Problem der zerhackten bauwirtschaftlichen Wertschöpfungskette [© H. Balck].....	6
Abb. 1-3:	Integration bauwirtschaftlicher Prozesse in der Wertschöpfungskette von Produkten bis zum Betrieb [© H. Balck].....	7
Abb. 1-4:	Integrationskonzept im Lebenszyklusansatz als Grundlage für die Zusammenarbeit der Forschungspartner [©IPS/Forschungspartner].....	7
Abb. 4-1:	Die technologische Wertschöpfungskette des Bauens [© H. Balck].....	38
Abb. 4-2:	Die immobilienwirtschaftliche Wertschöpfungskette des Bauens [© H. Balck] .....	38
Abb. 4-3:	Die immobilienwirtschaftliche Wertschöpfungskette, die technologische und die Wertschöpfungskette im Service überlagern sich [© H. Balck] ..	39
Abb. 4-4:	Die Akteure in der Nutzungsphase und Betriebsphase [© H. Balck] .....	40
Abb. 4-5:	Unterscheidung von Immobilienmanagement und Facility Management [© H. Balck] .....	41
Abb. 4-6:	Dienstleistungen des Facility Management / Gebäudemanagement im Umfeld von Nutzern/Mietern und Immobilieneigentümern [© H. Balck]..	41
Abb. 4-7:	Unterscheidung von Grundstücksbegriff und Bauwerksbegriff - immobilienwirtschaftliche und bauwirtschaftliche Lebenszyklusansätze	51
Abb. 4-8:	Erfolgskritisches Wissen für die Projektplanung aus Nutzungs- und Serviceprozessen [© H. Balck] .....	60
Abb. 4-9:	Erfolgskritisches Wissen für die Produktentwicklung aus Nutzungs- und Serviceprozessen [© H. Balck] .....	60
Abb. 6-1:	Aufspüren Strategischer Bestandteile des Bauwerkes – Pareto Verteilung der Relevanz für Folgekosten [© H. Balck] .....	115
Abb. 6-2:	Aufspüren Strategischer Bestandteile des Bauwerkes – Pareto Verteilung der Relevanz für Folgekosten [© H. Balck] .....	115
Abb. 6-3:	Aufspüren Strategischer Bestandteile des Bauwerkes – Pareto Verteilung der Relevanz für Folgekosten [© H. Balck] .....	116
Abb. 6-4:	Häufigkeit von Entstörungen und kll Instandsetzungen in einem Bestand von Wohngebäuden des Klinikums Stuttgart (1999-2005) [IPS Darstellung] .....	120
Abb. 6-5:	Instandhaltungsprofil für Bahnhofsgebäude – IH-Kosten alle Bahnhöfe / alle Kostengruppen [DB Station & Service – Auswertungen 2003 bis 2006] .....	120
Abb. 6-6:	Instandhaltungsprofil für Bahnhofsgebäude – IH-Kosten alle Bahnhöfe / Kostengruppe 440 Starkstrom [DB Station & Service – 2003 bis 2006] .....	121

Abb. 6-7:	Nachweis der Wirtschaftlichkeit alternativer Pumpen gleicher Leistung, aber unterschiedlicher Energieeffizienz [BALCK+PARTNER].....	123
Abb. 6-8:	Computersimulation und Rechenmodell Strategischer Kostengruppen für ein Bürogebäude – Technikverbrauch und Nutzerverbrauch .....	125
Abb. 6-9:	Bauteiloptimierung in der Gebäudehülle – Zielkonflikt zwischen reduzieren der Heizkosten bei ansteigenden Kühllasten [BALCK+PARTNER (2008)] .....	127
Abb. 6-10:	Computergestützte Optimierungsansätze bei der Sanierung eines Museumsgebäudes [BALCK+PARTNER (2008)] .....	128
Abb. 7-1:	Analyse der DIN 276-Kostengruppen nach dem Relevanz-Index für Folgekosten innerhalb der Nutzungsdauern [© H. Balck].....	134
Abb. 7-2:	Analyse der DIN 276-Kostengruppen nach dem Relevanz-Index für Folgekosten innerhalb der Nutzungsdauern [© H. Balck].....	135
Abb. 7-3:	Analyse der DIN 276-Kostengruppen nach dem Relevanz-Index für Folgekosten innerhalb der Nutzungsdauern [© H. Balck].....	135
Abb. 8-1:	Traditionelle Barrieren in der Immobilienwirtschaftlichen Wertschöpfungskette [© H. Balck] .....	142
Abb. 8-2:	Überwinden der Branchenbarrieren im Immobilienprojekt durch Erweiterung des Bauprojektes auf das Immobilienprojekt [© H. Balck] .....	142
Abb. 8-3:	Performance- Management im Immobilienprojekt [© H. Balck].....	143
Abb. 8-4:	4- Säulen Modell in der lebenszyklusorientierten Ausschreibung und Vergabe [© Prof. Balck].....	151
Abb. 8-5:	Nachweis der Wirtschaftlichkeit durch Lebenszykluskostenberechnung zwischen Belagsalternativen in der Bahnhofssanierung [IPS Darstellung] .....	157
Abb. 10-1:	Wassersparende Armaturen als Beispiel für Strategische Bauteile [BALCK+PARTNER] .....	170
Abb. 10-2:	Entwicklung von Einkaufsstandards für Leuchten und Leuchtmittel [© Prof. Balck].....	176
Abb. 11-1:	Arten der Leistungsbeschreibung [© Prof. Franke] .....	181
Abb. 11-2:	Wertungsstufen [© Prof. Franke] .....	191
Abb. 11-3:	Differenz zwischen Kostenschätzung und möglicher Kostenentwicklung [© Prof. Franke].....	198

## Abbildungen im Anhang

Abb. A 1:	Vertriebsweg im Bauvorhaben: Montage durch Türenindustrie [GEZE 2008] .....	241
Abb. A 2:	Vertriebsweg im Bauvorhaben - Montage durch ausführende Firma- Bauleistungen und Serviceleistungen [GEZE 2008].....	242
Abb. A 3:	Vertriebsweg im Bauvorhaben - Montage durch ausführende Firma [GEZE 2008].....	242
Abb. A 4:	Computersimulation und Rechenmodell Strategischer Kostengruppen für ein Bürogebäude – PPP-Modell 2008 [© H. Balck] .....	243
Abb. A 5:	Häufigkeit von Entstörungen und kleinen Instandsetzungen in einem Bestand von Klinikgebäuden (1999-2005) [Klinikum Stuttgart-IPS Darstellung] .....	244
Abb. A 6:	Relevanzbaum Kostengruppe 400 und RLT-Anlage Kostengruppe 431 DIN 276 [© H. Balck] .....	244
Abb. A 7:	Lebenszyklusorientierte Projektmethodik - Wettbewerbsverfahren - Auslobung [© H. Balck].....	245
Abb. A 8:	Lebenszyklusorientierte Projektmethodik - Wettbewerb - Verhandlungsverfahren [© H. Balck].....	245
Abb. A 9:	Lebenszyklusorientierte Projektmethodik - HOAI - Phasen [© H. Balck] .....	246
Abb. A 10:	Lebenszyklusorientierte Projektmethodik - Projektabschluss und erste Betriebsjahre [© H. Balck] .....	246
Abb. A 11:	Lebenszyklusorientierte Projektmethodik - Übergang in Langzeit- Betriebsvertrag [© H. Balck].....	247
Abb. A 12:	Systematischer Kostenvergleich bauwirtschaftlicher und immobilien- wirtschaftlicher Regelwerke [© H. Balck] .....	248
Abb. A 13:	Systematischer Kostenvergleich bauwirtschaftlicher und immobilien- wirtschaftlicher Regelwerke im Abgleich mit DIN 32736 [© H. Balck]...	249
Abb. A 14:	Kostenbegriffe des Deutschen Immobilien Index DIX [© H. Balck] .....	250

## Tabellen im Anhang

Tabelle A 1: Nutzungsdauerangaben von ausgewählten Bauteilen der Kostengruppen 300, 400 und 500 nach DIN 276 [BBSR – Endfassung 2009].....	251
Tabelle A 2: Nutzungsdauerangaben von ausgewählten Bauteilen der Kostengruppe 400 nach DIN 276 [BBSR – Endfassung 2009].....	252
Tabelle A 3: Durchmusterung der kostenbezogenen Regelwerke der Bauwirtschaft [IPS] .....	253
Tabelle A 4: Durchmusterung der kostenbezogenen Regelwerke der Immobilienwirtschaft [IPS] .....	253
Tabelle A 5: Lebenszyklusphasen bei Lebenszyklusobjekten und Produkten [IPS] ..	254
Tabelle A 6: Kostenarten in den Lebenszyklusphasen von Bauteilen .....	255
Tabelle A 7: Standard-Kostenprofil für Bauteil-Erneuerungsketten .....	256
Tabelle A 8: Standard-Kostenprofil für Bauteil-Erneuerungsketten – Beispiel Außenfenster.....	257
Tabelle A 9: Standard-Kostenprofil für Bauteil-Erneuerungsketten – Beispiel Umwälzpumpe.....	258
Tabelle A 10: Relevanzanalyse der DIN 276- Kostengruppen für Bürogebäude im Hinblick auf Folgekosten .....	259
Tabelle A 11: Ermittlung Strategischer Kostengruppen und Bauteile - Zweistellige Kostengruppen der KG 300 / 400 .....	259
Tabelle A 12: Ermittlung Strategischer Kostengruppen und Bauteile - Dreistellige Kostengruppen der KG 300 .....	260
Tabelle A 13: Ermittlung Strategischer Kostengruppen und Bauteile - Dreistellige Kostengruppen der KG 400 .....	260
Tabelle A 14: Methodik zur Ermittlung des Folgekosten-Index - [© H. Balck] .....	261
Tabelle A 15: Lebenszykluskostenberechnung alternativer Sonnenschutzsysteme als Ergebnis einer Angebotsauswertung [BALCK+PARTNER].....	266
Tabelle A 16: Lebenszyklusorientierte Ausschreibungen / Vergaben - Preise und Lebenszykluskosten für Türsysteme (Säule 1 und 2) [BALCK+PARTNER] .....	267
Tabelle A 17: Lebenszyklusorientierte Ausschreibungen / Vergaben - Lebenszyklusqualitäten (Säule 3) [BALCK+PARTNER] .....	268
Tabelle A 18: Lebenszyklusorientierte Ausschreibungen / Vergaben - Unternehmenspotenzial (Säule 4) [BALCK+PARTNER].....	269
Tabelle A 19: Lebenszyklusorientierte Ausschreibungen / Vergaben - Gesamtauswertung (Säule 1 bis 4) [BALCK+PARTNER] .....	269

# 1 Forschungsaufgabe

## 1.1 Kernprobleme des Lebenszyklusansatzes

Das Bauen befindet sich in einem Paradigmawechsel – von tradierter Bereitstellung mängelfreier Erzeugnisse zu einer Langzeitverantwortung der hervorgebrachten Werke. Nach einem jahrzehntelangen Vorlauf hat sich das Leitbild der Nachhaltigkeit etabliert, mit einem grundlegend veränderten Zeithorizont – von wenigen Jahren Projektlaufzeit zu den Jahrzehnten der Nutzungsdauer der errichteten Bauten und darüber hinaus zu den übergreifenden Stoffkreisläufen eingesetzter Materialien bis zu den klimatischen Folgewirkungen verbrauchter Energie. Zum neuen Bauparadigma gehört ein Verständnis von den Zielen des Planens und Realisierens, das diesem erweiterten Horizont gerecht wird. Der methodische Prüfstein der Neuausrichtung ist die Redefinition der Planungsinhalte durch den Lebenszyklusansatz, denn die Einführung des Langfristhorizontes bedeutet auf allen Hierarchieebenen der Planungsobjekte die Betrachtung ihrer Lebensdauern und Erneuerungszyklen, bzw. Entsorgungs- und Recyclingprozesse.

Tatsächlich ist aber die vorherrschende Praxis davon noch wenig berührt. Am schwierigsten zeigt sich der Paradigmenwandel in der Endphase der Bauplanung, in der entschieden wird, aus welchen Industrieprodukten ein Bauwerk bestehen soll. Hier geht es um die Erneuerung der Einkaufsprozesse. Eigene Erfahrungen der Autoren mit Ausschreibungs- und Vergabeverfahren im Lebenszyklusansatz haben aber seit den ersten Versuchen (2003) bis heute immer wieder gezeigt, dass dazu der gesamte Planungsablauf methodisch erneuert werden muss. In diesem Umbau kommt aber dem Beschaffungsprozess der Bauleistungen und Bauprodukte eine Schlüsselrolle zu: als Mittelglied zwischen den HOAI-Phasen und den Betriebsphasen (Nutzung, Betreiben, Bewirtschaften). Von der Bauaufgabe bis zur Ausführungsplanung werden Beschaffungsentscheidungen vorbereitet und in den Prozessen der Bauwerksbetreiber erweist sich deren Nachhaltigkeit - im Positiven wie im Negativen in den Betriebsdaten, den Folgekosten und in der Zufriedenheit der Nutzer. Erfolgen Beschaffungsprozesse im Lebenszyklusansatz, rückt dieser Gesamtzusammenhang in die Mitte des Entscheidungsprozesses. Sobald aber Vergabeentscheidungen auch Folgekosten berücksichtigen, wird im Marktgeschehen eine Grenze überschritten, die bislang den Einkauf von Bauleistungen und Serviceleistungen streng auseinanderhält. Durch die Verknüpfung von Bauteileigenschaften mit Folgeprozessen wie Wartung, Entstörungen, Ersatzteillieferung u.dgl., erweitert sich der Gegenstand des Einkaufens. Damit erfährt das zu verantwortende Kostenvolumen eine sprunghafte Erhöhung – für Strategische Bauteile mit dem Mehrfachen der Investitionskosten (vgl. Kap. 6.6.1) – und zugleich eine scharfe Trennung in „Preise“ für zu erbringende Leistungen und für lediglich prognostizier-

bare Kosten von Leistungen in der Zukunft, die noch nicht Bestandteil eines Angebotes sein können.

Die Erweiterung des Zeithorizontes des Bauens macht deswegen das Mittelglied der Prozesskette des Bauens und Betreibens zu einem Forschungsschwerpunkt. Er hat auch deswegen Aktualität, weil die Grundmuster der Vergabepraxis wie auch des Vergaberechts nicht lebenszyklusorientiert sind. Alle fortschrittlichen Planungsansätze, die Nachhaltigkeit anstreben, stoßen hier auf Behinderungen und Erschwernisse. Betreiber werden langfristig Leidtragende nicht mehr korrigierbarer Betriebs- und Erhaltungskosten. Eigentümer erhalten minderwertige Immobilien.

Bei der Bearbeitung dieser Forschungsaufgabe stehen 3 Kernprobleme in erster Linie:

**KERNPROBLEM 1:** Auswahl effizienter Produkte

**KERNPROBLEM 2:** Betreiber sind im Projektgeschehen nicht eingebunden

**KERNPROBLEM 3:** Der Preiswettbewerb dominiert Ausschreibungs- und Vergabeprozesse – Qualitäten der Nachhaltigkeit kommen zu kurz.

In der folgenden Übersicht werden diese Probleme beschrieben und Lösungsansätze aufgezeigt, die im Fortgang der Ausführungen im Detail untersucht und beschrieben werden.

### **KERNPROBLEM 1:**

Bauwerke sind nicht nur das Ergebnis gestalterischer Arbeit von Architekten und Ingenieuren. Es sind aus der Sicht der sie hervorbringenden Prozesse Konfigurationen aus Bauteilen und deren Realisierung durch Produkte. Für die Nachhaltigkeit von Bauwerken im Hochbau ist also im Hinblick auf Beschaffungsprozesse die Auswahl effizienter Produkte (z.B.: Pumpen, Fenster, usw.) erfolgskritisch für solche Konfigurationen. Dazu gehören im fortschreitenden Industrialisierungsprozess High-Tech Erzeugnisse aus nahezu allen Industriezweigen. Von Ihrer Auswahl hängen zahlreiche Kosten und Qualitäten in der Langzeitperspektive ab - z.B.:

- Gesundheitliche / hygienische Belastung in der Nutzungsdauer
- Folgekosten, bedingt durch notwendige bauteil- und produktbezogene Dienstleistungen (z.B. Reinigung, Wartung, Entstörung)
- Folgekosten durch Erneuerung von Bauteilen, bedingt durch Nutzungsdauerzyklen der Bauwerksbestandteile
- Ökologische Belastung der Umwelt und Lebenswelt durch Emissionen bzw. Entsorgungsprozesse

In der bisherigen Bauforschung sind diese Aspekte bekannt. Weitgehend unbeachtet geblieben sind aber bislang die Unterscheidung zwischen Produkten / Produktanwendungen mit hohen Folgekosten und Produkten / Produktanwendungen ohne oder geringe Folgekosten. Parallel dazu fehlt systematisches Wissen über technologisch be-

dingte Nutzenbeiträge der Produkte / Produktanwendungen in Nutzer- und Betreiberprozessen. So fehlt häufig bei Beschaffungsentscheidungen für innovative Produkte systematisch vergleichbares Wissen über Effizienzvorteile (Kosten) und Anwendungsvorteile (nachhaltige Qualitäten).

### LÖSUNGSANSATZ (1):

Durch die Einführung von Facility Management – seit Anfang der 90er Jahre in den deutschsprachigen Ländern – eröffnet sich für die Bauforschung eine veränderte Sichtweise. Die Prozesse des Betriebs und Bewirtschaftens innerhalb der Nutzungsphase von Bauwerken werden durch zunehmende Softwaredurchdringung transparent und eröffnen wachsende Einsichten in das Langzeitverhalten von Bauprodukten unter den Bedingungen von Betrieb und Nutzung. Damit einher geht die Erweiterung des klassischen Zielsystems für Projekte: Das magische Dreieck aus Kosten – Qualität – Termin verdoppelt sich (Abb. 1-1).

- Kosten differenzieren sich in Investitionskosten und Nutzungskosten / Folgekosten - zusammengekommen: Lebenszykluskosten
- Qualitäten differenzieren sich in Abnahme-Qualitäten und Langzeit-Qualitäten - zusammengekommen: Lebenszyklusqualitäten
- Zum Fertigstellungstermin kommen weitere Zeitziele, wie Gewährleistungsfristen, Verfügbarkeiten, Servicelevel u.dgl. hinzu.

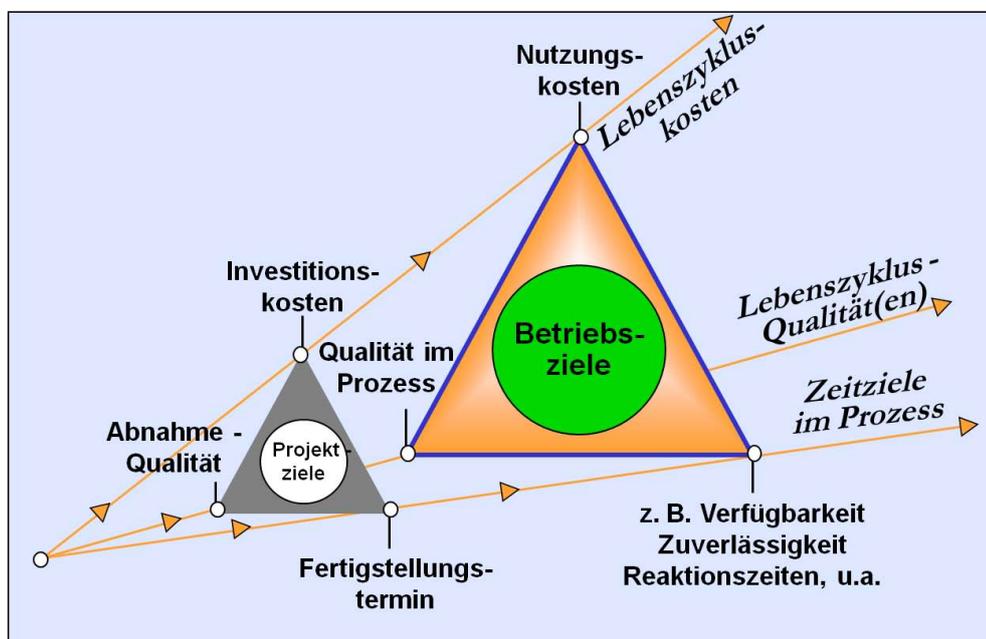


Abb. 1-1: Erweiterung des Projektzielsystems zu einem lebenszyklusorientierten Zielsystem [© H. Balck]

Während mit den herkömmlichen Projektzielen das Investitionsgeschehen gleichsam nur auf eine zeitliche und sachbezogene Punktlandung gerichtet ist, umfasst der lebenszyklusorientierte Ansatz die Doppelung der Ziele durch die Erweiterung der Planung auf zwei Zeithorizonte: auf Errichtungsziele und auf Ziele der nachfolgenden Prozesse. Dadurch erweitern sich auch die Objektbestimmungen auf allen Ebenen der Systemhierarchie. In Kap.6 wird dargelegt, wie Lebenszykluskosten und Lebenszyklusqualitäten nach Kostengruppen und Bauteilen auf Basis der DIN 276 differenziert werden. Entsprechend werden konstruktions- und anlagenbezogene Zeitziele zugeordnet. Daraus resultiert das für lebenszyklusorientierte Beschaffungsprozesse im Bauwesen fundamentale methodische Konzept der Ausrichtung auf Strategische Investitionsgruppen bzw. Strategische Bauteile.

Das aufgezeigte Vorgehensmodell erweist sich zudem als kompatibel mit den deutschen Zertifizierungssystemen des DGNB und des BNB<sup>1</sup>. Das Vorgehensmodell eignet sich auch zu dessen Operationalisierung, wenn man die Kriteriensteckbriefe mit ihren Indikatoren und Bewertungsverfahren nicht nur für vorhandene Planungen oder fertig gestellte Gebäude sondern von Anfang an als Zielsystems für alle Projektphasen vorgibt. Darüber hinaus hat die Zusammenarbeit mit den produktbezogenen Forschungspartnern (WILO / GEZE ) deutlich gemacht, dass eine Anwendung des Zertifizierungssystems des BNB-/ DGNB für alle Stufen der bau- und immobilienwirtschaftlichen Wertschöpfungsketten des Bauens vorteilhaft ist und im Wettbewerb mit international eingeführten Systemen wie LEED, BREEAM erkennbare Vorteile eröffnet.

Allerdings muss dazu die in der vorliegenden Forschungsarbeit im Vordergrund stehende Bauteil- und Produktebene mit dem in den Zertifizierungen betrachteten Gesamtsystem „Gebäude“ über alle systemtechnischen Ebenen verbunden werden. Dieser Zusammenhang wird als Aufgabe beschrieben, für die in der Umsetzung des BNB-/ DGNB-Systems noch methodische Grundlagenarbeit erforderlich ist.

### **KERNPROBLEM 2:**

Die Auswahl von Baukonstruktionen, Anlagenkonzepten und Bauprodukten erfolgt innerhalb von Planungsprozessen. Dabei beraten Architekten und Ingenieure Bauherren. Das geschieht aber bis heute fast immer noch ohne die Einbeziehung von Betreibern und deren Wissen. Im herkömmlichen Baugeschehen erfolgt die Auswahl von Bauprodukten weitgehend ohne Beachtung der Folgekosten und damit einhergehender Qualitäten. Lebenszykluskosten und Lebenszyklusqualitäten sind bei Planern und Bauherren weitgehend unbekannt.

---

<sup>1</sup> Das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung BMVBS hat Anfang 2010 ein eigenständiges Bewertungssystem zur Anwendung für Studienzwecke und private Einschätzungen bereitgestellt: das „Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen“ (BNB) – BMVBS (2010)

## LÖSUNGSANSATZ (2):

Unternehmen, die über einen umfangreichen Baubestand / Immobilienbestand verfügen, der für ihre Geschäftsprozesse erfolgskritisch ist, haben in jüngster Zeit ihre Organisationen neu ausgerichtet: Bauabteilungen bzw. Liegenschaftsabteilungen und Serviceeinheiten mit Betreiberverantwortung werden unter ein gemeinsames Verantwortungsdach gestellt. Die bislang zerrissenen Entscheidungsprozesse im Investieren und Betreiben werden miteinander verbunden. Durch diesen organisatorischen Wandel wird sichergestellt, dass Betreiberwissen zum Planungswissen in Bauvorhaben und Baumaßnahmen wird.

Die im Forschungsvorhaben beteiligten Betreiber-Bauherren der Deutschen Bahn (Personenbahnhöfe) verfolgen die beschriebene Strategie. Hier geht es vor allem um die Neuausrichtung des technischen Einkaufs. Einen besonderen Stellenwert hat die Marktkennntnis von industriellen Produktanbietern, die in der Lage sind, gegenüber den Entscheidungsträgern den nachhaltigen Vorteil Ihrer Produkte darzustellen. Beispielfhaft wurde dieses Wissen durch die Forschungspartner GEZE GmbH und WILO AG in das Projekt eingebracht.

Umgekehrt ist der Einkauf bei einem „Betreiber-Bauherrn“<sup>2</sup> nicht mehr ausschließlich am Entscheidungskriterium „Preis“ ausgerichtet. Dadurch entstehen zwischen beiden Seiten Wertschöpfungspartnerschaften, in denen die Kriterien der Nachhaltigkeit bestimmend werden.

Umfassendes Wissen über Lebenszykluskosten und Lebenszyklusqualitäten bei Planern und Bauherren ist ein anspruchsvolles Entwicklungsziel, das allen Branchenteilnehmern viel abverlangt. Der Weg der Veränderung hat aber nicht zu unterschätzende, zahlreiche Eintrittsbarrieren. Sie können und müssen überwunden werden. Ein solider Wegbereiter ist das Wissensmanagement. Es muss den Wertschöpfungsstufen entlang der Wertschöpfungsketten des Bauens folgen. Es beginnt mit der Auseinandersetzung der für nachhaltige Produkte und Systeme wichtigen Branchen und Produktlinien. Das verlangt einen offenen und frühen Dialog zwischen den Projektbeteiligten der Investitionsvorbereitung von Bauvorhaben mit den Experten von Marketing, Vertrieb, Anwendungstechnik und Produktentwicklung in diesen Unternehmen. In entgegen gesetzter Richtung muss systematisches Wissen von Lebenszykluskosten und Lebenszyklusqualitäten<sup>3</sup> dort aufgebaut werden, wo Bauherrenverantwortung und Betreiberverantwortung

---

<sup>2</sup> Die Bezeichnung wird für Bauherren verwendet, die regelmäßig für einen eigenen Gebäudebestand planen und bauen und deswegen nach Abschluss einer Investitionsphase auch Betreiberverantwortung haben.

<sup>3</sup> Mit der Bezeichnung „Lebenszyklusqualitäten“ werden in der vorliegenden Untersuchung nachhaltige Qualitäten bezeichnet. Sie entsprechen dem Kriteriensystem des BNB / DGNB, beziehen allerdings die dort benannten Ökonomischen Qualitäten nicht mit ein. Dadurch ist für Ausschreibungen und Vergaben eine Gegenüberstellung zu den Lebenszykluskosten im Sinne der im Marktgeschehen üblichen Aufteilung in „Preis-Leistungs-Verhältnisse“ leichter möglich.

wortung in großen Immobilienbeständen zusammen trifft. Das beinhaltet aber auch eine Verschiebung des historischen Wissensmonopols bei Planern hin zu einem vernetzten Wissensaufbau - durch Hinzunahme der Erzeuger von Produktwissen am Anfang und von Betreiberwissen am Ende der Wertschöpfungskette (Abb. 1-2 bis Abb. 1-4).

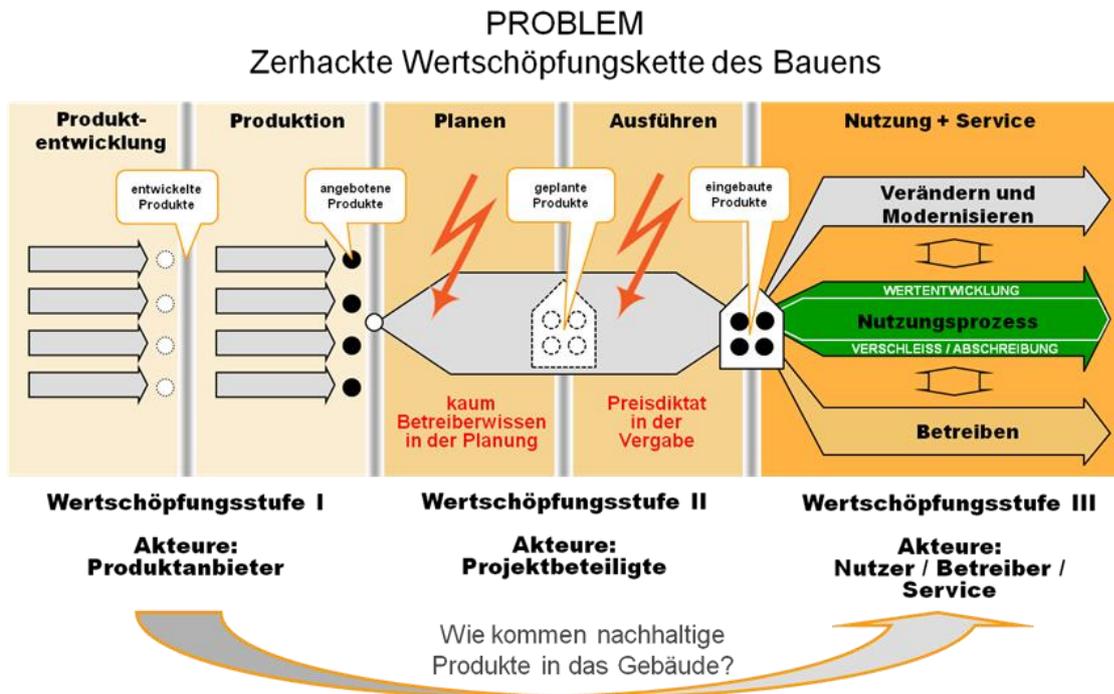


Abb. 1-2: Das Problem der zerhackten bauwirtschaftlichen Wertschöpfungskette  
[© H. Balck]

LÖSUNG:  
Partnerschaften zwischen allen Wertschöpfungsstufen

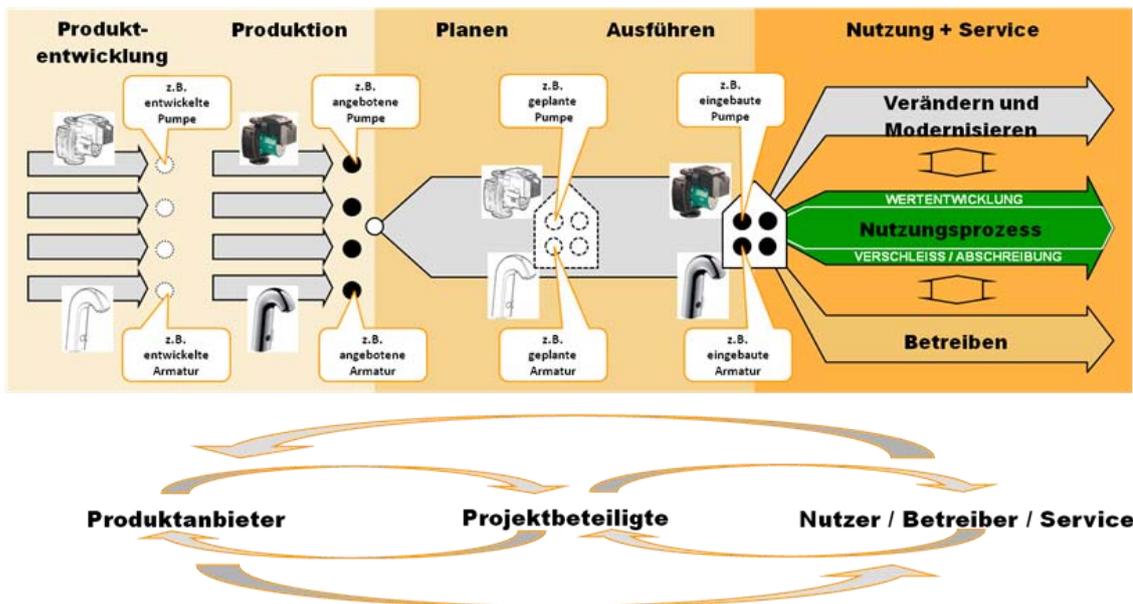


Abb. 1-3: Integration bauwirtschaftlicher Prozesse in der Wertschöpfungskette von Produkten bis zum Betrieb [© H. Balck]

BAUSTEINE DES FORSCHUNGSPROJEKTES



Abb. 1-4: Integrationskonzept im Lebenszyklusansatz als Grundlage für die Zusammenarbeit der Forschungspartner [©IPS/Forschungspartner]

### **KERNPROBLEM 3:**

Sowohl Lebenszykluskosten als auch die korrespondierenden Qualitätsaspekte werden in einem weitgehend auf den Preiswettbewerb ausgerichteten Ausschreibungs- und Vergabeprozess nur sehr unzureichend beachtet. Um die gesamte Wertschöpfungskette von der Produktentwicklung / Produktion von Bauprodukten bis zu den Prozessen der Nutzung und des dazu parallel laufenden Betriebes neu auszurichten, muss das heute marktübliche Ausschreibungs- und Vergabeverfahren verändert werden.

Im Besonderen sind folgende Aspekte der im Markt eingespielten Verfahren im Hinblick auf Anforderungen des Lebenszyklusansatzes zu untersuchen:

- Das Vergabekriterium „Wirtschaftlichkeit“, wie es in § 97 Abs. 5 GWB und § 25 Nr. 3 Abs. 3 S. 2 VOB/A verankert ist, wird in der Praxis häufig verkürzt oder gar nicht beachtet.
- Vergabeentscheidungen werden zunehmend zum Gegenstand vergaberechtlicher Nachprüfungsverfahren. Die rechtssichere Durchsetzung von Lebenszyklusaspekten (z. B. Nachhaltigkeitsanforderungen, Qualitätsaspekte) erfordert vor diesem Hintergrund eine präzise Auswahl und Gewichtung entsprechender Wertungskriterien bereits vor der Bekanntmachung im Rahmen der Ausschreibungskonzeption.

### **TECHNISCHE LÖSUNGSANSÄTZE (3):**

Standardisierte Ermittlung von Lebenszykluskosten – differenziert nach den wichtigsten Kostengruppen, verknüpft mit korrespondierenden Produktgruppen und zugehörigen technologischen Verfahren. Die methodische Basis dafür ist die DIN 276 und eine Reihe eingeführter Normen und Richtlinien, die ihre Wurzeln im Maschinen- und Anlagenbau haben, aber in der Baupraxis oft nicht beachtet werden. Vor allem hat die Anlagenwirtschaft eine Terminologie lebenszyklusorientierter Zeit- und Kostenbegriffe entwickelt, die teilweise bereits in der Gebäudetechnik verankert und auch auf Baukonstruktionen anwendbar ist (Kap. 6.2.3.).

Für die Entwicklung marktorientierter Standards für Qualitätsmessung von Teilsystemen und Komponenten eines Bauwerkes sind innovative Lösungen mit kontinuierlich eingebundenem Betreibererfahrung und deren Daten zielführend.

### **JURISTISCHE LÖSUNGSANSÄTZE (3):**

Herausstellen der in der gültigen VOB verankerten Möglichkeiten, nachhaltige Wirtschaftlichkeit und Qualitätsaspekte in den Entscheidungsprozess für die Beschaffung von Bauprodukten bzw. die Vergabe von Bauleistungen konsequent zu nutzen. Es müssen lebenszyklusorientierte Verfahrensstandards entwickelt werden, die VOB-konform sind.

Eine Möglichkeit, lebenszyklusorientierte Kriterien in die Angebotswertung einfließen zu lassen, ist auch bei der Durchführung einer funktionalen Ausschreibung denkbar. Die Zielvorgaben, d. h. die lebenszyklusorientierten Vorteile, müssen dann bereits in der Planungsphase vor Bekanntmachung der Bauausschreibung beschrieben werden.

Auch die Zulassung von Nebenangeboten kann Anbietern die Gelegenheit geben, lebenszyklusorientierte Vorteile alternativer Lösungen, insbesondere durch innovative Bauprodukte einzubringen. Dies setzt aber voraus, dass der Auftraggeber vorab die Mindestanforderungen an etwaige Nebenangebote definiert. Insofern muss auch hier eine eingehende Auseinandersetzung des Auftraggebers mit dem Lebenszyklus- bzw. Nachhaltigkeitsansatz bereits frühzeitig in der Planungsphase stattfinden. Mit Blick auf den notwendigen Detaillierungsgrad der Mindestanforderungen bestehen in der Praxis jedoch noch große Unsicherheiten.

Schließlich bietet die neue Verfahrensart des wettbewerblichen Dialogs die Chance, dass Auftraggeber und Bieter im Vergabeverfahren gemeinsam eine Lösung entwickeln, die für die Realisierung des Bauvorhabens – ggf. unter Einbeziehung innovativer Bauprodukte – unter Berücksichtigung des Lebenszyklusansatzes die meisten Vorteile bietet. Auch bei der Durchführung eines wettbewerblichen Dialogs ist es unerlässlich, dass sich der Auftraggeber bereits in der anfänglichen Konzeptionsphase mit dem Aspekt des nachhaltigen Bauens auseinandersetzt, da die lebenszyklusorientierten Wertungskriterien schon vor Bekanntmachung der Ausschreibung festgelegt werden müssen. Problematisch ist insoweit, dass in der Anfangsphase des Projekts, in der nur vage die Bedürfnisse des Auftraggebers feststehen, eine exakte Aufstellung und Gewichtung von Wertungskriterien denkbar schwierig ist. Insbesondere die Anforderungen an die Detaillierung der Wertungskriterien und etwaige Gestaltungsmöglichkeiten des Auftraggebers im weiteren Verfahren sind gegenwärtig mit großen Unsicherheiten behaftet.

## **1.2 Probleme und Lösungsansätze zur Berechnung von Lebenszykluskosten und Bewertung nachhaltiger Qualitäten**

Kosten und Qualitäten im Lebenszyklusansatz zu bestimmen, zu planen und zur Grundlage für Beschaffungsentscheidungen zu machen, ist in methodischer Hinsicht in mehrfacher Weise eine Grenzüberschreitung. Dabei geht es nicht nur um die ohnehin schwierige Überschreitung fachlicher Grenzen, denn die für Bauvorhaben wesentliche interdisziplinäre Aufgabenstellung erweitert sich in der Nutzungs- und Betriebsphase mit dem Hinzukommen weiterer Fachgebiete, besonders durch die in den letzten 20 Jahren wachsenden Servicekompetenzen des Gebäudemanagement, Facility Management und Immobilienmanagement. Dabei geht es um die Überschreitung einer ungewöhnlichen Zeitgrenze: Die Nutzungs- und Betriebsdauer der meisten Bestandtei-

le von Bauwerken - Bauteile und Technischen Anlagen - umfasst 2 bis 8 Jahrzehnte<sup>4</sup>. Das ist eine Größenordnung, die in traditionellen Beschaffungs- und Vergabeprozessen nicht etabliert ist. Etabliert sind dagegen geregelte Gewährleistungs- und Garantiefrieten. Für OEM-Produkte<sup>5</sup> gelten in industriellen Lieferketten max. 3-5 Monate (oft wird keine Garantiezeit gewährt), für Konsumgüter in Deutschland einheitlich 2 Jahre. Im Bauwesen gelten nach der VOB 2 Jahre als Standard, 4 Jahre wenn zusätzlich Wartungsverträge abgeschlossen werden, 5 Jahre für Bauverträge nach BGB. Vergleichen wir diese Zeitspannen mit den derzeit üblichen 20 bis 50 Jahre in Modellrechnungen für Lebenszykluskosten, dann ist die zeitliche Grenzüberschreitung ein Sprung in der Größenordnung mind. um den Faktor 10. Damit verbunden sind zahlreiche Probleme, die für Beschaffungsprozesse, besonders für die Ausschreibung und Vergabe von Bauleistungen und nachfolgenden Serviceleistungen zu beachten sind. Die folgende Übersicht ist ein Versuch, die wichtigsten Probleme zu benennen und zu gruppieren. Zugeordnet wurden erkennbare Lösungsansätze.

### **Branchenbarrieren zwischen den Stufen der bauwirtschaftlichen und immobilienwirtschaftlichen Wertschöpfungsketten**

#### **Probleme**

- Die Marktregel „Service follows product“ ist für baubezogene Leistungen und Produkte unterentwickelt.
- Mit erfolgreichen Inbetriebnahmen und mängelfreier Übergabe ist das „geschuldete Werk“ erbracht – aber der anschließende „Performance-Erfolg“ bleibt unbestimmt. Die Planung und Realisierung technisch anspruchsvoller baulicher Lösungen und Anlagen ermöglicht Effizienzverbesserungen, die in der Betriebsführungsphase oft nicht eingelöst werden, einfach deswegen, weil das Betreiber Know-how für anspruchsvolle Technik nicht vorhanden ist.
- Produktlebenszyklen, insbesondere bei hochentwickelten Technologien, verkürzen sich zunehmend – und treten in Widerspruch zu langlebigen Objekten und den darin eingebauten Produkten.

---

<sup>4</sup> In der anerkannten Nutzungsdauertabelle der Leitlinie für Nachhaltiges Bauen (Quelle BBSR 2009) sind die Maximalwerte für Bauteile in Baukonstruktionen (150 Jahre für Gründungen aus Stahlbeton) und für Komponenten Technischer Anlagen 100 Jahre für Entwässerungsrinnen aus Ortbeton mit Innenauskleidung. Der Durchschnittswert liegt bei ca. 48 Jahren.

<sup>5</sup> OEM-Produkte (Original Equipment Manufacturing) sind Produkte industrieller Zulieferer, die nicht als Zulieferprodukte in eine Baumaßnahme geliefert werden. Es sind Vorprodukte in industriellen Wertschöpfungsketten, z.B. Profile aus Kunststoff und Beschläge zur Herstellung eines Fensters.

### **Lösungsansätze**

- Investoren und Bauherren verlangen von den Projektbeteiligten in Bauvorhaben über das „geschuldete Werk“ hinaus definierte „Performance-Prüfungen“.
- Die Performance-Messung wird für erfolgskritische Lebenszyklusobjekte definiert und mit notwendigen Mess- und Zähleinrichtungen unterstützt.
- Die Überprüfung des Gesamterfolges von Planungs- und Bauleistungen erstreckt sich durch Ausrichtung auf die Performance über alle Phasen des Bauvorhabens und eine Reihe definierter Betriebsjahre.
- Anbieter von Bauleistungen und Produkten entwickeln Serviceprodukte, die den Nutzen in der Wertschöpfungskette insgesamt erhöhen.
- Projektbeteiligte in Bauvorhaben kommunizieren Nutzungs- und Servicevorteile geplanter Produkte mit Bauherren, Nutzern und Betreibern. Durch kontinuierliche Marktbeobachtung verfolgen Betreiber technologische Innovationen, die für relevante eingebaute Produkte im eigenen Bestand erfolgskritisch sind.

### **Uneinheitliche Regelwerke für Objekt- und Kostengliederungen**

#### **Probleme**

- Aus folgenden drei Bereichen müssen die verfügbaren Regelwerke in einen anwendbaren Zusammenhang gebracht werden: Regelwerke der Immobilienwirtschaft / Regelwerke der Bauwirtschaft / Regelwerke der Anlagenwirtschaft
- Das Hauptproblem der Verknüpfung besteht darin, dass entweder nur Kosten betrachtet werden, oder nur Prozessdefinitionen geregelt sind (z.B. Prozesse des Betriebens, Instandhaltens in der Anlagenwirtschaft)<sup>6</sup>.
- Die Objektgliederungen für immobilienwirtschaftlich definierte Objekte orientieren sich primär an Flächen, insbesondere an Mietflächen. Immobilienwirtschaftliche Regelwerke sind außerdem kostenorientiert. Deren Grundlage sind gesetzliche Verordnungen für Bewirtschaftungskosten (ImmoWertV und BetrKV). Dort verwendete Gliederungen sind nicht auf unterschiedliche Objektebenen bezogen. Insbesondere werden keine immobilienwirtschaftlichen Bewirtschaftungskosten für Bauteile definiert.
- Objektgliederungen in der Bauwirtschaft folgen im Vergabewesen gewerkebezogene Gliederungen wie der 3-stelligen Gliederung des Standardleistungsbuches (StLB). Für die Zuordnung von Folgekosten ist diese Strukturierung aber ungeeignet.

---

<sup>6</sup> Quelle: Nebel / Prüß (2006) Anlagenwirtschaft

### Lösungsansätze

- Anwendung anlagenwirtschaftlicher Gliederungen der Gebäudetechnik als Grundlage für die Kostenbegriffe der Baukonstruktionen und baulichen Anlagen im Tiefbau<sup>7</sup>
- Anwendung anlagenwirtschaftlicher und bauwirtschaftlicher Gliederungen als Grundlage für die immobilienwirtschaftlichen Bewirtschaftungskosten<sup>8</sup>
- Ergänzung der 3-gliedrigen Objektgliederung nach DIN 276 durch eine 4. und 5. Ebene. Dadurch können auch die Nutzungsdauer-Tabellen (nur festgelegt für Bauteile und Materialien) zur Ermittlung von Lebenszykluskosten direkt zugeordnet werden.
- Anwendung der in den Normen DIN 276 und DIN 18960 angelegten Verknüpfung der Kostengruppen.

### Unbestimmtheit und Komplexität in der Langzeitperspektive

#### Probleme

- Prognoseprobleme bei den Kosten von Verbrauchsmedien wie z.B. Erdgas, Erdöl, Strom
- Instabilitäten (Zuverlässigkeit) der realisierten technischen Systeme sind nicht vorhersehbar.
- Das Veralten von Nutzungsprozessen ist nicht vorhersehbar, d.h. die wirtschaftliche Nutzungsdauer ist unbestimmt.
- Das Veralten von Technologien und Produkten ist nicht vorhersehbar, d.h. die im Zeitablauf sich verändernde Entscheidungsgrundlage, veraltete Bauteile zu ersetzen ist unbestimmt.
- Die tatsächliche Haltbarkeit von Konstruktionen / Anlagen / Bauteilen ist eine Zufallsgröße und nicht vorhersehbar.
- Eine aktuelle Problematik bei der Modellierung von Lebenszykluskosten für Bauwerke mit Betrachtungszeiträumen für mehrere Jahrzehnte besteht in der Divergenz zwischen Kostenprognosen, die direkt den Konstruktionen / Anlagen / Bauteilen zugeordnet werden können und den verbrauchsgebundenen Kosten, wie den Energiekosten, die nur für Räume und Gebäude als Ganzes berechnet werden können.

---

<sup>7</sup> Normen des Maschinen- und Anlagenbaus und entsprechende Richtlinien des VDI und des VDMA. Der Vorteil dieser Regelwerke ist die konsequente Ausrichtung auf Prozesse und eine entsprechend differenzierte Systematik, die es in bauwirtschaftlichen Normen und Richtlinien nicht in gleicher Tiefe gibt. Diese Ausrichtung hat sich im Gebäudemanagement und Facility Management bereits etabliert.

<sup>8</sup> Baukonstruktionen werden in der Fachwelt selten als „Technik“ verstanden. Folglich wird das Systemdenken aus dem Maschinen- und Anlagenbau hier i.d.R. nicht angewendet. Für den Lebenszyklusansatz ist aber eine einheitliche Systematik und Terminologie der Objekte erforderlich.

### **Lösungsansätze**

- Unterscheidung von Nutzungsdauern nach der systemtechnischen Gliederung der Lebenszyklusobjekte auf Basis der DIN 276.
- Modellierung von Lebenszyklusketten nach Nutzungsdauern – Basis: anerkannte Tabellen, besonders: BBR Leitfaden Nachhaltiges Bauen.
- Annahmen über wirtschaftliche Nutzungsdauern in Zeitmodellen (Szenarien)
- Verbinden von Flexibilitätsforderungen mit Langzeitanforderungen an Konstruktionen, Anlagen und Bauteile.
- Ermitteln von Anforderungen von Nutzern und Betreibern an die wirtschaftliche Lebensdauer ausgewählter Bauteile mit erfolgskritischen Folgekosten – z.B. als Standards für generalisierte Anforderungsprofile.
- Anforderungen an Hersteller: Angaben über realistische Nutzungsdauern angebotener Produkte.

### **Beurteilung von Qualitäten in Langzeitintervallen**

#### **Probleme**

- Das in Industrie- und Dienstleistungsbranchen seit den 80er Jahren eingeführte prozessorientierte Qualitätsmanagement ist für das Planen, Bauen und Betreiben von Immobilien nur in geringem Umfang übernommen worden
- Bewertungen nach Zertifizierungssystemen zielen entweder auf das Gesamtbauwerk oder nur auf wenige einzelne Produkte. Zwischen diesen Ebenen bestehen zurzeit aber noch kaum Verknüpfungen. D.h., der Anbieter eines hocheffizienten Produktes kaum die Möglichkeit, den Beitrag im Anwendungsfall zum Gesamtbewertungsergebnis in einem BNB- / DGNB-Zertifikat darzustellen. Es fehlen bauteilbezogene Bewertungsmöglichkeiten der nutzungs- und betriebsrelevanten technischen Eigenschaften und prozessbezogener Qualitäten analog zum BNB-/DGNB-System<sup>9</sup>.

#### **Lösungsansätze**

- Das durch die gemeinsame Initiative des BMVBS und des DGNB eingeführte Bewertungssystem „Gütesiegel Nachhaltiges Bauen“ und das für Bundesbauten daraus abgeleitete System BNB sind als Standard für die methodische Ausrichtung nach dem Lebenszyklusansatz die derzeit bestmögliche Grundlage.
- Die Bewertung von Bauteilen und Produkten ist im Hinblick auf Lebenszykluskosten und nachhaltige Qualitäten methodisch an das BNB-/DGNB-System an-

---

<sup>9</sup> Die im DGNB-System gewünschten Environmental Product Declarations (EPDs) sind lediglich produktbezogene Indikatoren ökologischer Verträglichkeit. Es sind auch keine Bewertungen, sie entsprechen dem Typ III - unbewertete Angaben - gemäß DIN ISO 14025. EPDs sind außerdem überwiegend für Baustoffe eingeführt, es fehlen fast durchweg Produkte der Gebäudetechnik, Kommunikationstechnik u.dgl. Quelle: Peters (2010) Im Dienste der Nachhaltigkeit - Institut Bauen und Umwelt e.V, 2010

zulehnen. Daraus folgen für Investoren, Bauherren und Planer methodische Konsequenzen der Umsetzung für die in Beschaffungsprozessen erforderliche Produktauswahl.

### **Lebenszyklusbezogene Daten sind ungenau und unzureichend**

#### **Probleme**

- Vorhandene Tabellen über Nutzungsdauern bzw. Lebensdauern von Objekten und Produkten spiegeln grob erfasstes Erfahrungswissen und sind lediglich eine pragmatisch anwendbare Grundlage. Für belastbare Berechnungen sind diese Daten nur bedingt geeignet.
- Während für Investitionskosten auf der Basis der DIN 276 in den zurückliegenden Jahrzehnten umfangreiche Datenbanken mit brauchbaren Kennwerten<sup>10</sup> entstanden sind, fehlt dies i.d.R. für lebenszyklusorientierte Kostenkennwerte<sup>11</sup>. Die unvermeidliche Ungenauigkeit dieser Kennwerte für bauteilbezogene Investitionskosten werden um ein mehrfaches ungenauer, wenn sie für die Schätzung von Modernisierungskosten in den Bauteillebenszyklen verwendet werden.
- Daten über die Prozesse des Betriebes baulicher und technischer Anlagen sind i.d.R. nicht verfügbar, weil Betreiber in ihren Organisationen bis in die jüngste Zeit hinein auf Software-Einsatz und Datenpflege verzichtet haben. Folglich sind Auswertungen nur sehr behelfsmäßig und sehr aufwendig durch Recherche vorhandener Aufzeichnungen möglich. Es fehlen also weithin Vergleichswerte für Lebenszykluskosten und Zeitkennwerte. Kostenkennwerte für Konstruktionen / Anlagen / Bauteile in der Nutzungs- und Betriebsphase sind nicht nur selten - und dann nur für begrenzte Anwendungsfälle geeignet - sie haben zudem den unvermeidbaren Mangel einer Ungenauigkeit, die proportional mit dem Prognosezeitraum größer wird.
- Produktdaten sind in der Regel uneinheitlich und im Lebenszyklusansatz nur selten von Anbietern im Marktgeschehen verfügbar. Hinzu kommt das Gliederungsproblem (Gliederungsebene der Objekte) und die damit verbundene Erfassungstiefe bei der Anwendung von Betreibersoftware (z.B. CAFM / Instandhaltungssoftware): Betreiber müssen in ihrer anlagenwirtschaftlichen Software für Wartungs-, Entstörungs-, Instandsetzungsleistungen u.dgl. eine 4. bis 6. Stelle im Nummerierungssystem vorhalten und mit einer entsprechenden Detaillierung die Leistungserfassung auswertungsgerecht darstellen. Das wird i.d.R. als zu aufwendig erachtet.

---

<sup>10</sup> Vgl. klassische Kennwerte zu Investitionskosten, die seit Ende der 70er Jahre vom Baukosten-Informationssdienst BKI der Architektenkammer Baden Württemberg angeboten werden (BKI 2009)

<sup>11</sup> Eine aktuelle Ausnahme sind die erstmalig 2010 vom BKI angebotenen Lebenszykluskosten (BKI 2010)

- Daten über die Effektivität eingesetzter Produkte sind aufgrund mangelnder Datenerfassung / -auswertungen nicht vorhanden. D.h., Produkthanbieter haben selbst dann, wenn ihre Produkte langlebig, zuverlässig und effizient sind, kaum die Möglichkeit, dieses Wissen als Best Practice überprüfbar zu kommunizieren.

### **Lösungsansätze**

- Tabellen über Nutzungs- und Lebensdauern von Objekten müssen in einem Netzwerk von Eigentümern und Betreibern standardisiert und kontinuierlich gepflegt werden.
- Tabellen über Nutzungs-/Lebensdauern von Produkten sind auf Verbandsebene, bzw. durch firmenunabhängige Dienstleister nach Produktklassen in Zusammenarbeit mit der Industrie zu entwickeln und für alle Projektbeteiligten zugänglich zu machen.
- Anbieter und Anwender von lebenszyklusorientierter Software entwickeln und kommunizieren Standards für die Datenerfassung über lebensdauerbezogene Eigenschaften von Bauteilklassen/ Produktklassen.
- Investitionskostenkennwerte werden durch Kostenkennwerte für Nutzungskosten bzw. Erneuerungskosten ergänzt.
- Betreiber tauschen in Betreiber-Netzwerken (fokussiert auf Nutzungsarten und Gebäudearten) Auswertungen von Lebenszyklusdaten aus.
- Zu den wenigen Datenbanken und Werkzeugen zur Berechnung von Lebenszykluskosten gehört das LEGEP-System<sup>12</sup>.

## **Zu wenig Einsatz von CAFM und anlagenwirtschaftlicher Software**

### **Probleme**

- Für die Planung und Errichtung von Bauwerken und deren Bestandteilen besteht eine über Jahrzehnte gewachsene Softwarelandschaft – von CAD-Software bis zur AVA-Software. Eine Verknüpfung dieser Planungssoftware mit CAFM-Systemen ist trotz aller Entwicklungsanstrengungen seit nunmehr über zwei Jahrzehnten immer noch unbefriedigend. Der Hauptgrund ist inzwischen nicht mehr die angebotene Funktionalität, sondern immer noch die zu geringe Akzeptanz auf der Betreiberseite.

---

<sup>12</sup> Das LEGEP Software-System beruht auf umfangreichen Forschungsarbeiten im wissenschaftlichen Team von Prof. N. Kohler, Universität Karlsruhe. Eine Besonderheit ist die Verknüpfung von Ökobilanzen und der Ermittlung von Nutzungskosten nach DIN 18960 auf Basis von DIN 276 Kostenelementen (LEGEP, Anhang Datensammlungen und Softwaretools)

- Durch die Ausweitung des Planungsgegenstandes vom Bauwerk zum Lebenszyklusobjekt erhöht sich der Datenaufwand außerordentlich- besonders der Eingabeaufwand notwendiger Daten in lebenszyklusbezogene Rechenmodelle. Unter gegebenen Honorarbedingungen verhindert lebenszyklusorientierter Kostenrechnungen und Qualitätsbewertungen.
- Planungen und Berechnungen in Langzeitperspektiven verlangen die Einbeziehung von Risikoanalysen. Dazu fehlen geeignete Software-Werkzeuge.
- Die besonders in PPP-Projekten zur Anwendung kommenden finanzmathematischen Berechnungsmethoden sind aufwendig und werden selten in konventionellen Planungs- und Vergabeverfahren eingesetzt.

### Lösungsansätze

- Schnittstellen zwischen CAD-Software (Einsatz in Bauvorhaben) und CAFM-Systemen (Einsatz in der Nutzungs-/ Betriebsphase müssen nach lebenszyklusorientierten Anforderungen weiterentwickelt und standardisiert werden. Software-Anbieter vereinfachen durch die Funktionalität ihrer Software den Übergang von CAD-Daten und AVA-Daten in CAFM-Daten.
- Auf der Basis statistisch verwendbarer Betreiberdaten werden Kennwerte und Benchmarks im Lebenszyklusansatz in Langzeitmodellen entwickelt, in Planer-/Betreiber-Netzwerken Erfahrungen ausgetauscht und für erfolgskritische Anwendungen Standards erarbeitet<sup>13</sup>.
- Einsatz komplexer Rechenmodelle zur Ermittlung des Energieverbrauchs (z.B. in Zonenmodellen nach DIN V 18599 oder durch thermodynamische Computersimulationen) ergänzt durch anlagen- / bauteilbezogene Folgekosten nach der DIN 276 Gliederung<sup>14</sup>

### **Lebenszyklusansätze sind im Vergaberecht unzureichend verankert und in der Vergabepaxis unterentwickelt**

#### Probleme

- Anwendungen der VOB / VOL verhindern durch eine einseitige Ausrichtung auf das Vergabekriterium „Preis“, lebenszyklusorientierte Vergabeentscheidungen

---

<sup>13</sup> Eine geeignete Grundlage ist die neu erschienene GEFMA Richtlinie 220-1 zur Ermittlung von Lebenszykluskosten und GEFMA Richtlinie 220-2 Anwendungsbeispiel

<sup>14</sup> Ein für diesen Zweck entwickeltes leistungsfähiges Informationssystem zur Nachhaltigkeitsbeurteilung ist „baloop“ - vgl. Nachhaltigkeit im Bauwesen – Grundlagen-Instrumente-Beispiele, Graubner et. al. (2003)

- Anwendungen der VOB / VOL in öffentlichen Institutionen lassen selten Alternativenpositionen zu. Dadurch haben Anbieter keine Möglichkeit, wirtschaftliche Alternativen aufzuzeigen

### **Lösungsansätze**

- Ausschöpfen der vorhandenen VOB / VOL und EU-Regularien mit Anwendungshinweisen im Lebenszyklusansatz. Kataloge mit strategischen und operativen rechtlichen Vergabe-Regeln als Unterstützung der wirtschaftlich-technischen Methoden und Regeln im Lebenszyklusansatz.
- Kommentare mit Hinweisen zu lebenszyklusorientierten Ausschreibungs- und Vergabemöglichkeiten
- Weiterentwicklung der VOB / VOL in der Perspektive des Lebenszyklus Management.

## **1.3 Wissensgrundlagen und Gliederung der Forschungsarbeit**

### **1.3.1 Wissensgrundlagen der Forschungsarbeit**

Die gesamte Untersuchung ist methodologisch ausgerichtet. Im Mittelpunkt stehen praktische Verfahren lebenszyklusorientierter Projektabläufe – fokussiert auf den Ausschreibungs- und Vergabeprozesse. Zu den betrachteten Bauvorhaben gehören auch Beschaffungsmaßnahmen in Instandhaltungsprozessen.

Da Lebenszyklusansätze die Beachtung langer Zeithorizonte verlangen und zudem einen Objektfokus voraussetzen, werden Bauwerke bzw. Immobilien und deren Bestandteile als „Lebenszyklusobjekte“ mit zugehörigen Zeithorizonten zum Brennpunkt aller Analysen und methodischen Ausführungen.

Folgende Wissensquellen waren Grundlage für die Ausarbeitungen

#### **Lebenszyklusorientierte Entwicklung von Methoden und Instrumenten der Ausschreibung und Vergabe (seit 2003)**

Der Autor hat das Konzept der „Strategischen Bauteile“ (Kap. 6.6) in den 90-er Jahren entwickelt und ab 2003 zusammen mit Gerhard Kuder daraus eine Ausschreibungs- und Vergabemethodik für Bauleistungen im Hochbau entwickelt. Die Anwendungserfahrungen stellen die wichtigste Grundlage der vorliegenden Untersuchung dar.

#### **Juristische Analysen und Bewertungen**

Mit dem Forschungspartner Prof. Horst Franke und seinem Team wurden in einem intensiven Dialog praktische Erfahrungen der Autoren im Kontext geltender juristische

Sichtweisen reflektiert. Das vorliegende Ergebnis sind Handlungsanweisungen, Leitregeln und praktische Hinweise. Die Darstellung erfolgt in den Schlusskapiteln einmal als juristische Grundlegung (Kap. 11) und korrespondierend zu wichtigen Schlüsselfragen in dem abschließend dargestellten Vorgehensmodell (Kap. 12)

### **Geeignete Fachliteratur**

Die Autoren waren sich zusammen mit den Forschungspartnern schon bei der Antragsstellung darüber im Klaren, dass zu dem gewählten Thema nur wenig Literatur verfügbar ist. Als wichtigste Grundlage erwiesen sich geltende Normen und Richtlinien.

### **Ungeschriebenes Wissen in der Betreiberwelt**

Der Autor hat in unterschiedlichen Teams in den zurückliegenden 20 Jahren vor allem in Beratungsprojekten der Organisationsentwicklung die Praxis technischer und infrastruktureller Dienstleistungen und damit verbundener Leitungsverantwortung kennen gelernt. Ein wichtiger Bestandteil der Methodik der Organisationsentwicklung ist die Interviewtechnik und das Verarbeiten von mündlichem Wissen. Die dabei gewonnenen Einschätzungen, teilweise durch den Autor veröffentlicht, sind auch Grundlage der vorliegenden Untersuchung.

### **1.3.2 Gliederung und Übersicht der Ausführungen**

Die Entwicklung lebenszyklusorientierter Beschaffungsverfahren sind eine Aufgabe des Strukturwandels in der Bau- und Immobilienwirtschaft. Eine methodische Auseinandersetzung mit den praktischen Möglichkeiten muss also eingebunden sein in diesen marktwirtschaftlichen Veränderungsprozess (Kap. 2 – Kap. 3)

Das Herangehen an diesen Strukturwandel folgt dem makro- wie mikroökonomischen Ansatz der Wertschöpfungsketten, wie er von M. Porter<sup>15</sup> in umfangreichen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten eingeführt wurde und seit Anfang der 90-er Jahre dem Management zahlreicher Unternehmen zur Verbesserung ihrer Wettbewerbsfähigkeit diene. Die systematische Darstellung der Wertschöpfungsketten ermöglicht auch die Unterscheidung zwischen bauwirtschaftlichen und immobilienwirtschaftlichen Wertschöpfungsketten (Kap. 4). Auf dieser Grundlage wird die Basis für den Lebenszyklusansatz im nachhaltigen Bauen vorgestellt. Als Konsequenz wird ein veränderter Projektansatz erkennbar. Klassische Bauprojekte sind danach eingebunden in übergreifende Wertschöpfungsketten – mit einer vorlaufenden Phase und einer jeweils nachlaufenden Phase in den vorangegangenen bzw. nachfolgenden Stufen der bauwirtschaftlichen/ bzw. immobilienwirtschaftlichen Wertschöpfung.

---

<sup>15</sup> Porter (1993)

Die Einbettung von Bauprojekten und die darin eingebundenen Beschaffungsprozesse für Bauteile und Produkte in übergreifende Wertschöpfungsketten richten den Blick auf den Zusammenhang von Zeitbegriffen und Objektbegriffen. Deren Ausarbeitung in Kap. 5 bildet die Grundlage für den erweiterten Objektbegriff „Lebenszyklusobjekt“. Er umfasst das Investitionsobjekt (gemäß DIN 276), das Bestandsobjekt mit den je zugehörigen Folgeprozessen des Nutzens und Betreibens und am Ende der Nutzungsdauer das Objekt der Verwertung. Nach den Gliederungsstufen der DIN 276 ergeben sich für Lebenszyklusobjekte Differenzierungen auf allen Hierarchieebenen – von Bauteilen bis zum Gesamtbauwerk. Als methodisches Leitprinzip erwies sich die Bauteilorientierung, da in klassischen gewerkebezogenen Leistungsverzeichnissen Bauteile und deren zugehörige Produkt-Bestandteile im Lebenszyklusansatz im Brennpunkt unserer Untersuchung stehen.

Aus der Durchmusterung der in Normen und Richtlinien etablierten Kostenbegriffe im Hinblick auf die Zeitaspekte „Lebensdauer“ und „Nutzungsdauer“ entstand eine zeitbasierte Systematik für bauteilbezogene Kostenbegriffe und Rechenregeln zur Ermittlung von Bauteil-Lebenszykluskosten und Bauteil-Erneuerungskosten (Kap. 6.3).

Durch die an der Zeitbestimmung „Nutzungsdauer“ vorgenommene Sortierung der Kostenarten werden Kostenberechnungen und –prognosen ermöglicht, die nach der in Kap. 7 vorgestellten Methodik der „Strategischen Kostengruppen“ und „Strategischen Bauteile“ für die Begründung von Vergabeentscheidungen im Lebenszyklusansatz erforderlich sind.

Durch die Einbeziehung der laufenden Entwicklung und Einführung qualitätsorientierter Bewertungen durch das BNB-System Bewertung Nachhaltiges Bauen und das DGNB-System „Gütesiegel Nachhaltiges Bauen“ wurde parallel zu den Kostengesichtspunkten auch das Spektrum nachhaltiger Qualitäten beleuchtet (Kap. 8.1). Hier ergaben sich allerdings weiterführende Forschungsaufgaben an Schnittstellen zwischen Bewertungssystemen auf der Bauwerks-/ Immobilienebene zu den qualitätsbezogenen Auswahlkriterien für Bauteile und Produkte in Ausschreibungsprozessen.

In Kap. 9 (LifeCycle Benchmarking) werden methodische Grundlagen behandelt, die sich aus der Analyse vorhandener Betreiberdaten ergeben. Die wichtigste Quelle waren Betreiberdaten des Forschungspartner DB Station und Service, die auf Grund einer konsequent an der Gliederungsstruktur der DIN 276 ausgerichteten Erfassung von Instandhaltungsdaten ein informatives Terrain für die Erkundung von Auswertungsmöglichkeiten und anschließenden Anwendungen in lebenszyklusorientierten Beschaffungsprozessen liefern konnten. Parallel dazu wurden Erfahrungen des Autors aus ähnlichen Untersuchungen im Bereich von Kliniken und Krankenhäusern und ein vom BKI zur Verfügung gestellter Datensatz über Investitionskosten genutzt, um die Problematik und Bedeutung der Daten- und Softwarebasis für den gesamten Lebenszyklusansatz herauszustellen. Der Befund ist allerdings auch in mancher Hinsicht proble-

matisch. Tatsächlich sind vorhandene Daten in Industrie- und Dienstleistungswirtschaft für den Lebenszyklusansatz völlig unzulänglich. Sie müssen in Verbindung mit der Weiterentwicklung von Betreiber-Software (Instandhaltungssoftware, CAFM) aufbereitet werden.

Die Entscheidungsfindung für nachhaltige Lösungen und Bauteile – bis zur Produktauswahl in Vergabeprozessen – wird in Kap. 9 als methodisches Konzept skizziert. Kapitel 10 enthält auf dieser Basis einen Leitfaden für lebenszyklusorientierte Einkaufsstandards. Er ist das Ergebnis enger Zusammenarbeit mit den beteiligten Forschungspartnern GEZE GmbH, der WILO AG und der Unternehmensgruppe YIT<sup>16</sup>. In einer Reihe von Workshops wurden auf der Grundlage gemeinsamer Qualitätszirkelarbeit wichtige Erfahrungen und Arbeitsregeln zusammengefasst.

Die Spiegelung der methodischen Grundlagen und Arbeitsregeln in juristischer Sicht erfolgt in Kap. 11 durch den Forschungspartner Prof. Franke. Wie oben ausgeführt, geschah dies in einem engen wechselseitigen Dialog zwischen der Darstellung bisheriger sachlich-technischer Erfahrungen im Lebenszyklusansatz und der Einschätzung juristischer Machbarkeit.

Kap. 12 enthält ein praktisch anwendbares Vorgehensmodell, das auf den vorangegangenen Ausführungen aufbaut und für die praktische Anwendung eine Grundlage darstellt, um lebenszyklusorientierte Beschaffungsprozesse durchzuführen. Mit einer Auflistung vergaberechtlich aktueller Fragen und deren Beantwortung werden zugleich praktische Empfehlungen gegeben und offene Probleme für die Pilotierung in weiterführenden Forschungsmaßnahmen umrissen. Auch Überlegungen, wie vorhandene juristische Regularien (z.B. VOB) weiterentwickelt werden könnten, sind Gegenstand anschließender Forschungsarbeit.

## **2 Wirtschaftlicher Strukturwandel verändert Beschaffungsprozesse**

### **2.1 Neue Einkaufsregularien im Lebenszyklusansatz bei Bund und Ländern**

In Deutschland hat die Bundesregierung im Herbst 2007, im Rahmen ihrer Hightech-Strategie einen beachtenswerten Beschluss gefasst. Die Beschaffungsverantwortlichen aller Bundesministerien vereinbarten neue Verfahrenswege für den Einkauf von Pro-

---

<sup>16</sup> Die Unternehmensgruppe YIT ist mit Wirkung zum 01.08.2008 durch Umfirmierung aus der Stangl GmbH entstanden. Ursprünglicher Forschungspartner ist die Stangl GmbH

dukten und Leistungen<sup>17</sup> Im Zentrum stehen die Vergabekriterien Lebenszykluskosten und Innovation. Betroffen sind ca. 12 Prozent des Bruttoinlandproduktes. Nahezu die gesamte Wirtschaft ist mit ihren Produkten angesprochen. Somit wird dieser politische Vorstoß weitreichende Folgen haben. Der über Jahrzehnte eingespielte einseitige Preis–Wettbewerb wird sich grundlegend in Richtung Qualitätswettbewerb verändern, denn die nun eingeforderte Langzeit-Wirtschaftlichkeit ermöglicht die Beschaffung höherwertiger Produkte und Leistungen mit erhöhten Anschaffungskosten, die sich oft schon nach wenigen Jahren amortisieren.

Die neue Einkaufsrichtlinie des Bundes ist eine Maßnahme zur Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit deutscher Wirtschaftszweige und Unternehmen. Dazu parallel werden die Beschaffungsprozesse der Ministerien reorganisiert. Diese gleichzeitig angestoßenen Entwicklungen werden Vorbildcharakter haben.

Zu erwarten ist, dass Länder und Kommunen in gleicher Weise verfahren werden.<sup>18</sup>

Die Industrie wird sich erfahrungsgemäß an etablierte staatliche Muster anlehnen. Allein für den betroffenen Bereich bauwirtschaftlicher Güter und Leistungen handelt es sich um eine fundamentale Umwandlung der Wertschöpfungsketten rund um den Bau (vgl. Kap. 4):

- In der bauwirtschaftlichen Kette, von der Bauaufgabe und der Auswahl von Bauprodukten / Ausrüstungen bis zu den synchron verlaufenden Nutzungs- und Betriebsprozessen in der Spanne technischer Lebenszyklen.
- In der immobilienwirtschaftlichen Kette, vom Investitions- / Anlegerinteresse, der Grundstücksauswahl bis zum immobilienwirtschaftlichen Renditenachweis entlang immobilienwirtschaftlicher Lebenszyklen.

In diesen Ketten werden die beteiligten Akteure aufgefordert, ihren Erfolg anders zu definieren als in klassischen Kauf- oder Werkverträgen. Gefragt ist nicht vorrangig ein funktionsfähiges Objekt ohne „Baumängel“. Gefragt ist der nachweisbare Nutzen. Die energetische Vorteilhaftigkeit ist dann aber nur einer von mehreren Aspekten der Nachhaltigkeit. Was am Ende zählt ist die *Performance*. Von diesem Ende her gedacht erscheinen nun alle vorangehenden Planungs- und Errichtungsschritte in neuem Licht. Architekten und Beratende Ingenieure, traditionell die Bestimmer dessen, was gebaut wird, müssen im neuen Beschaffungsparadigma Antworten auf Fragen folgender Art geben: Wie müssen Baukonstruktionen bzw. Technische Anlagen beschaffen sein, wenn man deren Inbetriebnahme nicht nur nach den Kriterien mängelfreier Funktions-

---

<sup>17</sup> BMVBS (2008a): Bundesministerium für Verkehr-, Bau- und Stadtentwicklung – Verstärkte Innovationsorientierung öffentlicher Beschaffung, AZ B 15 – O 1082 – 000/2 – Berlin, 10.01.2008.

<sup>18</sup> In NRW wurde am 12.04.2010 folgender Erlass mit Lebenszyklusorientierte Vergabekriterien auch für baubezogene Beschaffungen eingeführt: Berücksichtigung von Aspekten des Umweltschutzes und der Energieeffizienz bei der Vergabe öffentlicher Aufträge.

fähigkeit, sondern nach Daten aus den Nutzungs- und Betriebsprozessen beurteilen wird. In Aussicht genommen werden können für den Erfolgsnachweis - zusätzlich zu dem in klassischen Werkverträgen „geschuldeten Werk“:

- Nachweis der in entwurfsbegleitenden Berechnungen zugesagten energetischen Effizienz
- Nachweis zugesagter nachhaltiger Qualitäten, z.B. ökologische Produktdeklarationen

Nachzuweisen ist dann in einer festgelegten Dauer der einwandfreie und effiziente Betrieb.

Eine Konsequenz der an Lebenszyklen orientierten Beschaffungsvorgaben ist die Neubewertung des Spektrums möglicher Vergabeverfahren, die nun bevorzugt in Betracht kommen. Dazu gehören die Verfahren der Funktionalen Leistungsbeschreibung und die Zulassung von Nebenangeboten. Zusätzliche Vergabewege sind die Beauftragung von Entwicklungs- und Forschungsleistungen (Pre-Commercial Procurement) und der Wettbewerbliche Dialog. All das soll innovativen Produkten und Dienstleistungen verbesserte Wettbewerbschancen eröffnen. Wie jeder weiß, war dies bislang im vorherrschenden Preis-Wettbewerb nur selten der Fall. Für Anbieter in Hightech-Branchen ist das sicher verlockend, für den überwiegenden Teil der Bauwirtschaft aber mehr als nur eine Herausforderung – es ist eine Aufforderung bewährte Routinen aufzugeben. Innovative Lösungen sind das Gegenteil allgemein üblicher Bau-Standards, denn sie sind notwendig verbunden mit Risiken. Kreatives, risikobewusstes Projekt-handeln steht aber im krassen Widerspruch zu einer leider etablierten Negativ-Kultur, in der Aggressivität und Verdrängungswettbewerb vorherrschen. Wo Verdrängungswettbewerb an der Tagesordnung ist, fehlt die Basis für partnerschaftliche Kooperation. Die ist aber unerlässlich, wenn in komplizierten Planungs- und Bauabläufen Beschaffungsentscheidungen unter vertretbaren Risiken innovativ erfolgen sollen.

## 2.2 Systemführer in der Bau- und Immobilienwirtschaft

Der Strukturwandel begünstigt den Lebenszyklusansatz und verlangt vor allem von den Baubeteiligten und Verantwortlichen in der Immobilienwirtschaft ein sich Einlassen auf neue Rollen und Kompetenzen.

### Neue Bauherrenrolle

Das Verhältnis von Bauherrenrolle und Lösungsanbietern (Produkte und Leistungen) wird sich von Grund auf wandeln.

Der traditionelle Bauherr war Sachwalter eigengenutzter Grundstücke und Gebäude. Der Modus der „Eigennutzung“ ist aber seit den 90er Jahren zunehmend zurück ge-

gangen. An dessen Stelle verlangen immobilienwirtschaftlich agierende Bauherrn als Investoren Verantwortung für Anlagekapital. Damit verschiebt sich das Investitionsinteresse von der klassischen Bereitstellung von Flächen und Anlagen zur nachhaltigen Performance für Immobilienvermögen. Das wiederum bedingt eine kompromisslose Ausrichtung auf den wirtschaftlichen Erfolg beim Endkunden. Das ist nicht, wie oft zu hören, schlichtweg der „Nutzer“. Dieser Kundenbegriff benennt nur den Gebrauchsnutzen. Der wirtschaftliche Erfolg einer Immobilie resultiert auch aus deren Ertragskraft und Wertentwicklung durch Vermietung oder Verkauf – am Ende also aus den Zahlungen der Mieter / Käufer. Diese Differenzierung ist im Markt zwar selbstverständlich – aber nicht im Baugeschehen eingespielt. Begonnen hat eine Akzentverschiebung, in der das traditionell eigennutzerorientierte Bauen immobilienwirtschaftlich umgeprägt wird. Das verweist auch auf einen Zusammenhang, der bislang kaum eine Rolle spielte und sich schnell entwickelt. „Genutzt“ werden nicht nur die Gebäude, sondern auch die darin angebotenen technischen und infrastrukturellen Services –als added values der bereitgestellten Flächen. Die Zufriedenheit mit der Immobilie und die Zufriedenheit mit den darin erbrachten Services begründen also den Erfolg einer Investition auf zweifache Weise - und damit auch den Wert einer Immobilie<sup>19</sup>.

Die konsequente Umsetzung des Lebenszyklusansatzes heißt für die Anbieterseite Systemlösungen. Das Vorbild ist die Automobilindustrie, die in den 80er Jahren weltweit entlang der Wertschöpfungsketten auf der Herstellerseite die Leistungstiefe in einem hohem Maß abgesenkt hat und ganzheitliche Subsysteme als Aufgabenstellung den Lieferanten auferlegte<sup>20</sup>. In pragmatischer Sicht steht und fällt der Erfolg von Langzeitprojekten mit einem marktorientierten systemtechnischen Konzept. Wenn man von den systemtechnischen Objektzyklen ausgeht, kommt dafür nur ein Vorbild in Betracht: das Projektmanagement der Produktentwicklung in der Automobilindustrie. Dort hat sich seit Anfang der 90er Jahre ein Zusammenspiel Systemführern und Systemlieferanten etabliert. Letztere bündeln eine Vielzahl einzelner Komponenten zu selbständigen Subsystemen, zum Beispiel komplette Türen, Sitze mit Einstellelektronik oder IT-Cockpits. Die großen Automobilfirmen haben dadurch als Systemführer eine geringere Wertschöpfungs- und Entwicklungstiefe. Ein Hauptteil der Innovationen wird in den F+E Abteilungen der Subsystem-Lieferanten erbracht. Tatsächlich gibt es in der Bauindustrie Parallelen zu diesem Modell: auch in der Bau- und Immobilienindustrie zeichnen sich vergleichbare Ansätze ab, hier allerdings mit dem Schwerpunkt auf die Verlängerung der Wertschöpfungsketten durch Serviceprozesse. Daraus resultieren vor allem für die früher kleinteiligen Zulieferleistungen Bündelungen zu baubezogenen

---

<sup>19</sup> Neuere Untersuchungen haben gezeigt, dass Mieter in den USA hochwertige Green Buildings bevorzugen. Dort ist nachweisbar der Leerstand geringer als in nicht nach LEED zertifizierten Gebäuden – In folgender Quelle werden Studien genannt, nach denen Mieten um 11% über dem USA-Durchschnitt liegen. – vgl. Immobilienzeitung (2010)

<sup>20</sup> Vgl. Wildemann (1994) – s. Entwicklungspfade für Zulieferer S. 345 ff

Subsystemen (technische Gebäudeausrüstung als Subsystem / Integration durch Gebäudeautomation bzw. Raumautomation / Fassaden als Subsystem / Innenwand und Ausbau als Subsystem u. dgl.).

### **Integrale Planung - Planer als Systemführer**

Zwar ist der Führungsanspruch in den Baukonzernen unübersehbar. Dennoch ist die Frage in der Branche noch völlig offen, wer die Rolle des Systemführers beanspruchen kann. So ist die Gestaltungs- und daraus abgeleitete Auswahlkompetenz bei Bauwerkskomponenten durch den Generalplaner ein etabliertes Muster. Das ist traditionelle Systemführerschaft! Hier wird sich aber – das ist leicht prognostizierbar – ein Führungsstreit mit dem ähnlich gelagerten Anspruch der Bauunternehmen herausbilden. Mehr noch als im klassischen Bauprojekt (mit einem Projekthorizont von 2 bis 5 Jahren) geht es in Langzeitprojekten um die Schlüsselkompetenz „Planung“. Durch alle Stufen des Entwerfens und deren Ausmündung in Ausschreibung- und Vergabeprozesse zieht sich ein Band von Entscheidungen. Daran gekoppelt sind Langzeitkonsequenzen bei Kosten und Qualitäten. Systemführer mit Langzeitverantwortung können ihren Auftraggebern also nur dann eine entsprechende Durchführungskompetenz anbieten, wenn sie die Planungsfunktion innehaben – bzw. ausreichend beeinflussen können.

### **Neue Ansätze der Integration in Wertschöpfungsketten**

Während die herkömmliche Integrale Planung durch Systemkonzepten die Fächersegmentierung überwinden wollte, geht es in den sich abzeichnenden Veränderungen des Investitionsprozesses um eine erweiterte Form von Integration: Prozessintegration entlang der Wertschöpfungsketten des Bauens. Entlang der Wertschöpfungsstufen resultieren eine Reihe ungewohnter Integrationsschritte. Dazu gehören:

- Produktentwickler für gebäudebezogene Industrieprodukte gehen Vernetzungen und „Wertschöpfungspartnerschaften“ mit Gebäudebetreibern ein
- Gebäudebetreiber / -Verwalter gehen „Lernpartnerschaften“ ein mit Projektentwicklern, Architekten und beratenden Ingenieuren
- Bauunternehmen suchen strategische Partnerschaften mit Anbietern von Industrieprodukten, die im Hinblick auf Nachhaltigkeit erfolgreiche Lösungen anbieten können

Im Ganzen gesehen ergeben sich aus diesen prozessorientierten, organisatorischen und fachlichen Koppelungen verschiedene Formen der Wissensintegration. Auf eine einfache Formel gebracht geht es um die Integration von Betreiberwissen und das Know-how der im Investitionsprozess handelnden Projektbeteiligten und parallel dazu um die Integration von Betreiberwissen bzw. Bewirtschaftungswissen mit Kompetenzen und Erfahrungen industrieller Anbieter von Produkten und Bauleistungen.

### **Rund-Erneuerung des Projektmanagement**

Die durchgängige Ausrichtung aller Planungs- und Bauphasen und die Einbeziehung der Nutzungs- und Betriebsphase verändern die Projektdefinition des Bauens und erfordern eine umfassende Neuausrichtung angewandeter Methoden und Hilfsmittel. Das verlangt eine entsprechende Erneuerung des Projektmanagements. Deren klassische Ziele waren auf die Investition beschränkt (Investitionskosten, Fertigstellungstermin, Ausführungsqualitäten). Nun geht es um eine Ausweitung des gesamten Zielsystems das sowohl Nutzung und Betrieb als auch spätere Entsorgungs- und Recyclingprozesse umfasst. Hierzu ist eine Rückbesinnung auf Traditionen des Systems-Engineering zu empfehlen. Ingenieure der Raumfahrt, Luftfahrt und des Schiffbaus kennen seit langem Methoden des LifeCycle-Engineering. Deren Umsetzung in Prozesse des Planens, Ausführens und Betreibens wird aber in der Bau- und Immobilienbranche noch einige Zeit in Anspruch nehmen. Der Grund ist die äußerst heterogene Technologielandschaft zwischen Handwerk und High-Tech. Für veränderungswillige Bauherren und Planer gibt es deswegen nur ein Rezept: Zulassen experimenteller und explorativer Projektformen, abgesichert durch ein feinmaschiges Risikomanagement.

### **Systemführer in PPP- und BOT-Projekten**

Das erste BOT-Beispiel für ein Hochbauprojekt in Deutschland ist die Britische Botschaft in Berlin. Das architektonisch anspruchsvolle Gebäude wurde im Juli 2000 von der britischen Königin eingeweiht und gehört zunächst 30 Jahre lang einer Projektgesellschaft. Danach kann sich der Nutzer, das britische Außenministerium, entscheiden, den Mietvertrag für weitere 30 Jahre zu verlängern, das Gebäude zum Restwert zu erwerben oder auszuziehen.

BOT steht für Build Operate Transfer. Das ist ein international gebräuchlich gewordenes Betreibermodell, in dem ein Bauunternehmen die Gesamtverantwortung für den Planungs- und Bauprozess übernimmt, die gesamte Finanzierung trägt und in einer definierten Laufzeit von mindestens 20 Jahren vom Nutzer monatliche Mietpauschalen erhält, bzw. Gebühren abrechnet (z. B. in Form von Mautgebühren bei Straßen- oder Tunnelnutzungen). Systemführerschaft ist ein Ausdruck für ein grundlegend auf Integration angelegtes Geschäftsverständnis. Baukonzerne als Systemführer:

Baukonzerne und Anbieter von Facility Services haben für öffentliche Auftraggeber PPP-Projekte (Public Private Partnership) vor allem nach englischem Vorbild im Markt eingeführt, ähnliches gilt für BOT-Projekte (Build Operate Transfer). Dabei geht es um eine Art Neuauflage von Generalunternehmer- / Generalübernehmerprojekten, in dem ein Leistungspaket von 20 – 30 Jahren für Betriebs- und Bewirtschaftungsprozesse mit der Investition verkoppelt werden.

Die Chancen für Langzeitverantwortung sind in PPP- und BOT-Projekten ohne Zweifel gegeben. Sie sind auch m.E. ein Lösungsansatz für Finanzierungsprobleme der öffent-

lichen Hand. Das entstandene Verfahrens-Know-how ist überwiegend geprägt von betriebswirtschaftlichen Ansätzen und finanzmathematischen Modellen. Im Bereich der Baupraxis gibt es allerdings noch keine gleichwertige Parallelentwicklung von Verfahren und Managementinstrumenten. So fehlen insbesondere technologisch orientierte Verfahrensmodelle und eine damit verknüpfte Projektmethodik.

Auf einen Nenner gebracht: Das entstandene betriebswirtschaftliche Projekt Management-Know-how in den PPP-Verfahren hat ein industrielles Niveau. Es bricht sich aber an den traditionell handwerklich geprägten Prozessen der Bauwirtschaft bzw. an den nur partiellen Industrialisierungsansätzen im Bereich von Bauprodukten / Bausystemen. Durchgreifender Erfolg für PPP- und BOT-Projekte sind erst zu erwarten, wenn dazu die Methodik und Instrumente wesentlich weiterentwickelt werden. Dazu gehören besonders Bewertungs- und Evaluierungssysteme der Nachhaltigkeit<sup>21</sup>.

### **Produktanbieter und Systemführer:**

Die Lebenszyklus-Kompetenz in der Verlängerung ihrer Wertschöpfungskette ist auch für die Anbieter von Bauprodukten ein Weg. Damit verändert sich aber auch ihre Rolle der Zulieferer: nur die erfolgreichsten werden zu „Systemlieferanten“ bzw. Lösungsanbietern – mit erweitertem Leistungsspektrum durch:

- Kombination von Produkten und produktnahen Services
- Verkaufserfolg abhängig vom nachgewiesenen Kundennutzen (Performance-Messung)

Die Verknüpfung von produktbezogenen Lösungsanbietern und Systemführern komplexer Bauprojekte hat wachsende Chancen in Projekten mit „Langzeitverantwortung“. In Zukunft ist auch zu erwarten, dass Produkthanbieter einen Verbund mit anderen Produkthanbietern und Dienstleistern in der Betriebsphase eingehen. Durch eine konsequente Ausgestaltung produktbezogener Schnittstellen können sie ein Integrationskonzept mit wichtigen Synergien für alle beteiligten Marktteilnehmer schaffen<sup>22</sup>.

---

<sup>21</sup> Der auf Langzeitverantwortung angelegte PPP-Ansatz ist grundsätzlich auf Nachhaltigkeit ausgerichtet. Das beweisen auch Neubauten, die mit DGNB-Zertifizierungen in Gold beurteilt wurden. Allerdings bleibt für die Zukunft noch erhebliche Entwicklungsarbeit. Insbesondere müssen für die Nutzer-/Mieter-Zufriedenheit kontinuierlich Evaluierungen im laufenden Betrieb von PPP-Objekten eingeführt werden. Dazu gilt es, auch im DGNB und anderen Zertifizierungssystemen spezielle Zertifizierungen für die Nutzungs- und Betriebsphase einzuführen.

<sup>22</sup> Vgl. BMVBS (2008b) / Finanzgruppe Deutscher Sparkassen- und Giroverband (2008) und Lindner/Rudolph (2003)

## 2.3 Strategische Regeln für lebenszyklusorientierte Investitionen und Beschaffungsprozesse

Neben den zuvor beschriebenen Gelenkschnittstellen bestehen weitere Schnittstellen entlang der baubezogenen Wertschöpfungsketten mit markttypischen Problemen, die den Lebenszyklusansatz erschweren. Dessen erfolgreiche Umsetzung ist deswegen von einer Reihe Strategischer Regeln abhängig, die bereits im Marktgeschehen erkennbar sind. Sie betreffen die traditionelle Abgrenzung der Akteure und Möglichkeiten der Integration. Beginnen wir mit dem Verhältnis zwischen Projektverantwortung in Bauvorhaben und Betreiberverantwortung.

### **Betreiber-Bauherrn - Integration der Bauherren- und Betreiberrolle in Unternehmen und Institutionen**

Traditionell sind in Unternehmen Bauabteilungen und Technische Dienste durch wenig durchlässige Abteilungsgrenzen voneinander geschieden. Das Problem durchzieht den Öffentlichen Bereich ebenso, wie Industrie und Dienstleistungswirtschaft.

Die ähnliche Trennung zwischen zentralem technischen Einkauf und Bauabteilungen verstärkt das Erfolgskriterium „geringster Preis“. Damit werden immer wieder Qualitäts- und Lebenszykluskostenvorteile ignoriert. Dass es auch anders geht, zeigen erfolgreiche Beispiele der Reorganisation:

In der Aufbauorganisation des Forschungspartners DB Station&Services AG wurde die Bauherrenverantwortung und Betreiberverantwortung in einem Vorstandsbereich gebündelt. Durch Koppelung von Bau- und Betriebsverantwortung werden bei der Bahn Konzepte für nachhaltiges Bauen und lebenszyklusorientiertes Controlling mit Erfolg umgesetzt.

Seit der 2001 vollzogenen Ausgründung des BLB NRW (Bau- und Liegenschaftsbetrieb NRW) wurden die für den öffentlichen Bereich typischen Abtrennungen zwischen Bauherrn- und Betreiber-Verantwortung gebündelt und zudem im Rahmen eines immobilienwirtschaftlichen Asset-Managements integriert.

Die Stadt Karlsruhe beschloss 2009 die Zusammenlegung der traditionell getrennten Abteilungen für Hochbauprojekte und die Bewirtschaftung der Gebäude in einem Amt (HGW Hochbau und Gebäudewirtschaft). Diesen Organisationstyp nennen wir „Betreiber-Bauherr“.

### **Ausführende Firmen verlängern ihre Wertschöpfungsspanne**

Ausführende Firmen sind im Regelfall in einem extremen Preiswettbewerb. Lebenszykluskosten sind parallel zu den Preisen der angebotenen Bauleistungen von den ausführenden Firmen i.d.R. nicht darstellbar. Deren Interesse endet mit der Abnahme ihrer Leistungen. Eine Kundenbindung zu Nutzern und Betreibern entsteht selten – und wenn, dann fast immer in negativer Form durch Prozesse der Mängelbeseitigung. Eine

tragfähige Kundenbindung müsste auch das Ergebnis einer kontinuierlichen Bewertung sein, in der Folgekosten und Qualitäten der Maßstab sein müssen. Das ist aber bis heute noch die Ausnahme. Ganz anders agieren Baukonzerne. Baukonzerne und mittelständische Unternehmen versuchen in Kooperation mit Serviceunternehmen den Strukturbruch zwischen Planen und Betreiben zu überwinden. Dazu müssen sie zugleich zwei Expansionen bewältigen: die Integration von Planungsleistungen und Ausführungsleistungen und die mit beidem verknüpfte Integration von Serviceleistungen. Dieser Weg wurde beispielsweise mit bemerkenswertem Erfolg durch Bilfinger Berger und Hochtief in den letzten Jahren verfolgt. Auch die 2008 erfolgte Eingliederung von DeTe Immobilien in den STRABAG Konzern belegt die Erfolgchancen dieser Strategie.

### **Beschaffung Strategischer Produkte**

In der Lebenszyklusperspektive verschiebt sich die Erfolgsdefinition von der klassischen Erfüllung von Werkverträgen - mit dem Ideal der Mängelfreiheit - zum Nachweis von zugesagten Performancewerten (Energieverbrauch, Servicelevel, Zuverlässigkeit u. dgl.). Das hat weit reichende Auswirkungen auf die in Ausführungsprozessen eingebundenen Marktbeteiligten. So werden Produkthanbieter an der Performance ihrer Produkte gemessen. Produkthanbieter und Ausführende Firmen werden außerdem gefordert sein, übliche Garantie- und Gewährleistungsfristen im Zuge der Langzeitverantwortung deutlich zu verlängern. Ein Ergebnis ist auch eine Veränderung des Wettbewerbes von Produkten und Bauleistungen. Für die Akteure der Bauwirtschaft heißt das Neuorientierung im Marketing und Vertrieb - an Performance-Zielen und zugehörigen Prüfverfahren. Damit ändert sich auch die Definition des Verkaufserfolges: er ist nicht länger eine nur quantitative Verkaufsleistung. Im Fokus sind jetzt die Anwender – das sind Nutzer und Betreiber – und deren Zufriedenheit, begründet durch nachweisbare Nutzenstiftung – im ganzen Spektrum der Zertifizierungskriterien.

Solche Perspektiven sind für unsere Volkswirtschaft, im Engeren für die Immobilienwirtschaft und Bauwirtschaft keine leichte Aufgabe – aber eine ungewöhnliche Chance, technologisches Know-how und Managementpraxis auf originäre Weise zu verbinden.

### **Produktlieferanten kommunizieren direkt mit Eigentümern und Betreibern**

Produktlieferanten intensivieren das Objektgeschäft parallel zum Handel. Als Kunden für diesen „Direktvertrieb“ eignen sich große Betreiber-Bauherrn und Systemführer-Unternehmen der Bauindustrie. Dieser Pfad ist aber in vielen Branchen derzeit noch durch weitreichende Vereinbarungen mit den Handelspartnern begrenzt. Hier sind Modelle der Flexibilisierung gefragt.

### **Erfolgskritische Fragen der Beschaffung mit Langzeitverantwortung**

Erst wenn man den Blickwinkel vom betriebenen / genutzten Bauwerk auf das einzelne eingebaute Produkt richtet, ändert sich das Interesse an Gewährleistungsfragen. Im Hinblick auf die Langzeitverantwortung interessiert jetzt:

- Wie lassen sich Objekt-Nutzungsdauern und Gewährleistungszeiten angleichen?
- Wie lassen sich Objekt-Nutzungsdauern und Nachlieferungsgarantien synchronisieren?
- Wie lange hält ein Produkt in einem funktionierenden Bauteil?
- Welche Beiträge liefert ein eingebautes Produkt zur Energieeffizienz / ökologischen Effizienz?
- Welche Störungen / Ausfälle sind durch Produkteigenschaften erklärbar?
- Gibt es Produktmerkmale, die die ursprüngliche Beschaffung oder Folgebeschaffungen in Frage stellen?
- Welchen Aufwand an Betriebskosten generiert das eingebaute Produkt im Bereich Inspektion / Wartungen / wiederkehrende Prüfung?
- Wie kann die klassische Einzelvergabe nach Lebenszykluskriterien unter Beibehaltung der Langzeitverantwortung durch den Bauherrn / Betreiber-Bauherrn modifiziert werden?
- Wie werden Qualitätsforderungen im Lebenszyklus-Zusammenhang auf der Basis von nationalen / internationalen Zertifizierungssysteme entlang von projektinternen Entscheidungsketten festgelegt wirksam?
- Wie werden in Planungsphasen zugesagte Qualitätseigenschaften, Effizienzwerte und Lebenszykluskosten in den Betriebsphasen auf Einhaltung überprüft?
- Welche Folgen haben nachgewiesene Nicht-Einhaltungen oder Unterschreitungen?
- Sind umfassende Bonus-Malus-Systeme sinnvoll, die sich an Lebenszykluskosten und Lebenszyklusqualitäten orientieren?
- Wie erfolgt im Hinblick auf die aufgeführten Anforderungen ein projektbegleitendes Qualitätsmanagement in PPP- / BOT-Projekten?
- Welche Vorteile hat die Entkoppelung von GU-/GÜ-Vertrag und anschließendem Langzeitvertrag für Betreiberleistungen? Möglich wäre z.B. ein Teilnahmewettbewerb mit Verhandlungsverfahren, in dem ein 20-jähriger Betreibervertrag erst nach zufriedenstellendem Performance-Test im 1./2. Betriebsjahr als Option vereinbart wird.
- Unter welchen Bedingungen können Generalplaner – ggf. im Verbund mit Finanzpartnern - Systemführer mit Langzeitverantwortung sein?

### **Gewährleistungszeiten / Nachliefergarantien**

Bislang gibt es nur wenige Anbieter von Industrieprodukten, die bereit sind, Ihre Gewährleistung über das übliche Maß der ausführungsbezogenen Gewährleistungsfristen (VOB / BGB) hinaus zu verlängern. Selbst die dort üblichen Spannen von 4 – 5 Jahren sind für traditionell denkende Zulieferer bereits eine ungewohnte Hürde. Im typischen Gewährleistungsfall ist in erster Linie die ausführende Firma und das beteiligte Architekten- / Ingenieurbüro der juristische Ansprechpartner.

Die Lebenszyklusperspektive geht gleichsam in der Gegenrichtung der Wertschöpfungsprozesse vor: die in der Lebensdauer langen Zeitstrecken des Nutzens / Betreibens / Bewirtschaftens werden zum Maßstab für die Produkt-Beschaffung. Folglich ist ein vom Anbieter dieser Produkte auf Zeitstrecken von 5 – 20 Jahren verlängerte Gewährleistung bzw. Garantie interessant und für das LifeCycle Management erfolgskritisch.

### **Softwareintegration für Bauleistungen und Serviceleistungen**

Das vielleicht schwierigste Problem liegt bei eingegangenen Langzeitverantwortungen (15 – 30 Jahre) in lebenszyklusorientierten Projektverträgen. So werden beispielsweise in PPP-Projekten regelmäßig Serviceleistungen des Betriebens und Bewirtschaftens mit Instandsetzungsleistungen, Umbau- / Neubaufaufgaben verknüpft. Traditionell sind aber Bauleistungen und Serviceleistungen getrennte Welten. Deren Ineinandergreifen ist in der heute verfügbaren Planungs-, Ausschreibungs- und Vergabesoftware aber nicht bruchlos darstellbar.<sup>23</sup>

---

<sup>23</sup> Dieses Softwareproblem ist eine Herausforderung an die Anbieter von AVA-Software (Ausschreibung, Vergabe, Abrechnung). Es ist verbunden mit einer Entwicklungsaufgabe, nach der parallel zur Einführung von Verfahren lebenszyklusorientierter Ausschreibung und Vergabe entsprechende Ansätze bei Produktinformationen standardisiert werden müssen. Dann könnten für ausgewählte Bauteile/Produkte in Bauleistungs-LVs Anforderungen an das Betreiben auch in der AVA-Software aufgenommen werden.

### 3 Lebenszykluskonzepte im Management

Der Lebenszyklusansatz hat verschiedene Ursprünge und Entwicklungslinien, die mehrere Jahrzehnte parallel liefen. Besonders interessieren uns das Prozess- und Qualitätsmanagement, die Umweltschutzbewegung, das Facility Management (FM) und das Immobilienmanagement (IM). Aus heutiger Sicht ist bemerkenswert, dass diese in ihren Ausgangspositionen sehr verschiedenen Ansätze derzeit in einer Konvergenzphase zusammenlaufen<sup>24</sup>. Das mag überraschen, wenn man die vielfach unerfüllte Forderung nach Interdisziplinarität oder systemtheoretischer Integration bedenkt, wie sie in den 60er Jahren formuliert und nachlaufend nur selten eingelöst wurden.

#### 3.1 Prozess- und Qualitätsmanagement

Die im LifeCycle Management wirksamen integrativen Faktoren verdanken sich überwiegend neueren Strömungen der Wirtschaftswissenschaften, die parallel mit globalisierten Wirtschaftsformen und Industriestandards entstanden sind, bzw. Voraussetzung für diese Entwicklung waren. Dazu gehören die für den globalisierten Wettbewerb international vereinheitlichten Methodenstandards des Prozessmanagement. Auf der makroökonomischen Ebene waren die Arbeiten von M. Porter<sup>25</sup> bahnbrechend. Die heute im Management durchgängig angewandte Methodik der Wertschöpfungsketten beruht auf den Ergebnissen seiner Forschungsarbeit. Die in den letzten Jahrzehnten vollzogene Neuausrichtung mikroökonomischer Prozesse durch Qualitätsmanagement geht auf frühe Arbeiten von W.E. Deming<sup>26</sup> in den USA und das durch ihn und M. Imai<sup>27</sup> in Japan weitergeführte Qualitätsmanagement zurück. Seit den 1990er Jahren haben sich auf dieser Grundlage in allen Industrienationen im Produktions- wie im Dienstleistungsbereich Normen des Qualitätsmanagement der ISO 9000er Reihe<sup>28</sup> durchgesetzt. Sowohl das Denken in Wertschöpfungsketten wie im prozessorientierten Qualitätsmanagement bildet das methodische Fundament für die Orientierung des Planens und Bauens an den Zielen und Kriterien der Nachhaltigkeit – und dieser Fokus ist gleichbedeutend mit dem ganzheitlichen Lebenszyklusansatz.

---

<sup>24</sup> Die Konvergenz von Facility Management und Immobilienmanagement hat seinen Ursprung bereits in den Anfängen beider Entwicklungen Ende der 1980er Jahre. Das Zusammenspiel dieser komplementären Ansätze erhält durch das stark ansteigende Interesse an Effizienz und Nachhaltigkeit starke Impulse. Vgl. Graubner / Hüsk (2003) und Hegger et.al. (2008) und Hegner (2008) / Hegner (2007)

<sup>25</sup> Porter (1980)

<sup>26</sup> Deming hat das Qualitätsmanagement in den 1940er und 50er Jahren in den USA begründet. Die japanische Autoindustrie hat seine Ansätze früh übernommen und konsequent umgesetzt – vgl. Imai (1986) – Seite 85, Seite 205

<sup>27</sup> Imai (1986)

<sup>28</sup> Die Entwicklung der Normen des nationalem Qualitätsmanagement, festgelegt in der ISO 9000er Reihe hat seit ihrer Neufassung im Jahr 2000 den ursprünglich nur industriellen Bereich in zahlreiche Dienstleistungsbranchen überschritten

### **Lebenszykluskonzepte im Marketing- und Technologiemanagement**

In der Produktentwicklung und im Marketing ist der Lebenszyklusgedanke in den 50er Jahren entstanden<sup>29</sup> (Höft, U.: Lebenszykluskonzepte – Grundlage für das Strategische Marketing- und Technologiemanagement, Erich Schmidt, 1992). In einer historischen und typologischen Übersicht unterscheidet Höft Produktlebenszyklen (PLZ), Technologielebenszyklen (TLZ), Organisationslebenszyklen (OLZ), Branchenlebenszyklen (BLZ) und weitere Formen industriell-wirtschaftlicher Zykluskonzepte. Im Unterschied zum Systems Engineering und zu den nachfolgend dargestellten Lebenszykluskonzepten für Facilities und Immobilien handelt es sich nicht um Bestandsobjekte und deren Lebensdauern. Im Zentrum steht vielmehr die Verfügbarkeit von Produkten, Technologien u. dgl. innerhalb des Markgeschehens. Betrachtet werden Phasenmodelle von der Produktentwicklung über die Markteinführung bis zu den Spätphasen der Markverfügbarkeit lieferbarer Produkte. In dem hier verfolgten Ansatz für lebenszyklusorientierte Ausschreibungen und Vergabeprozesse werden wir die bestandsorientierten Ansätze mit dem Ansatz des Product-LifeCycle in Verbindung bringen. Dies geschieht bei der Betrachtung von „Strategischen Bauteilen“ und deren Realisierung in der Folge von Beschaffungsentscheidungen durch eingesetzte marktverfügbare Produkte.

### **Lebenszyklusansatz des Energie- und Umweltmanagements**

„Nachhaltigkeit“ ist ein internationales Schlagwort im Wortgebrauch von Politikern, Wirtschaftsfachleuten und gesellschaftlich engagierten Menschen. Auch wenn dieser Begriff Gefahr läuft, in der gegenwärtigen Modewelle des Wortgebrauchs Schaden zu nehmen, kann davon ausgegangen werden, dass sein begrifflicher Inhalt uns noch lange beschäftigen wird. Die bekannten Wurzeln, wie die Arbeiten des "Club of Rom".<sup>30</sup> Die zahlreichen Anstrengungen von Umweltschützern, die Entstehung der ökologischen Bewegung sind bekannte Wurzeln. Die heute stark ins Augenmerk gerückte Zielsetzung der Nachhaltigkeit – ökologisch + ökonomisch + sozial – wurden mit politischer Wirksamkeit im Brundtland-Bericht 1987 durch die Weltkommission für Umwelt und Entwicklung publiziert. Unter dem Vorsitz der ehemaligen norwegischen Ministerpräsidentin Gro Harlem Brundtland hielt der Begriff „Nachhaltige Entwicklung“ Einzug in das internationale Vokabular, mit anschließender Breitenwirkung in der Konferenz der Vereinten Nationen über Umwelt und Entwicklung im Jahr 1992 in Rio de Janeiro (Rio-Konferenz). Die seit den 70er Jahren auf vielerlei Weise entstandenen neuen Konzepte für energetisch günstige und ökologisch verträgliche Bauweisen erhielten dadurch weitere Akzeptanz und Aufwertung. Die im deutschsprachigen Raum seit 2007 verstärkt einsetzende politische Bereitschaft zum Energiesparen und zu ökologi-

---

<sup>29</sup> Vgl. Höft (1992)

<sup>30</sup> Vgl. Meadows (1972)

scher Verantwortung hat geradezu in einem Wettlauf Initiativen zu nachhaltigem Bauen und Wirtschaften forciert.

### **Lebenszykluskonzepte im bauwirtschaftlichen Projektmanagement**

Im bauwirtschaftlichen Projektmanagement erfolgte ein bis heute aktueller Übertragungsversuch des Lebenszykluskonzeptes in den Baubereich.<sup>31</sup> Vorausgegangen waren die Veröffentlichung der DIN 18960 Baunutzungskosten<sup>32</sup> in der ersten Fassung 1976 und danach ein bis heute viel zitiertes und methodisch als Musterbeispiel durchgeführtes Erfassungsprojekt für Bau- und Betriebskosten.<sup>33</sup> In den Folgejahren ist dieser Ansatz und die damit verbundene Orientierung am Lebenszyklus der Objekte wenig beachtet worden und teilweise ganz in Vergessenheit geraten. Das änderte sich erst mit den Neuausrichtungen für Dienstleistungen im Facility Management und begleitenden Neuausrichtungen im Immobilienmanagement. Bis heute ist diese Neubelebung aber immer noch mit Unsicherheiten behaftet. Auch die Ausführungen in der vorliegenden Arbeit bezeugen, dass der Weg zu einem etablierten Paradigma des baubezogenen und immobilienbezogenen LifeCycle Management noch eine nicht zu unterschätzende Wegstrecke vor sich hat.

### **Lebenszyklusansatz des Facility Management**

Der Lebenszyklusgedanke ist immer schon eine Forderung oder eine Konsequenz des Facility Management. Er ist verankert im wirtschaftlichen Interesse an geringeren Kosten der Infrastruktur von Unternehmen und öffentlichen Institutionen. Die Anfänge finden sich in den 1970er Jahren in Großraumbüros in den USA und wenig später in Großbritannien. Zunehmende Mobilität und der technologische Wandel in der Informations- und Kommunikationstechnik veränderte Orte und Strukturen der Büroarbeitswelt. „The Changing Workplace“<sup>34</sup> war der Ausgangspunkt für die Veränderung und Erneuerung der Dienstleistungen rund um den Arbeitsplatz.

Die gesamte Service-Infrastruktur der Arbeitswelt geriet auf den Prüfstand. Kostendruck und Innovationsdruck veränderten über Jahrzehnte gewachsene „Zentrale Dienste“ und die „Allgemeine Verwaltung“. Die „Facilities“, also die mobilen Ausrüstungen wie die immobilen Gebäude und andere Bestandteile arealer Infrastruktur wurden nach Möglichkeiten wirtschaftlicher Verbesserung durchmustert. Ein notwendiges Resultat war die Einsicht in den Kostenzusammenhang von Anschaffungskosten und Folgekosten. Seien es Kopierer, PCs, Mobiliar oder investitionsintensive Gebäude und deren Anlagen, immer ist die Koppelung von Investitionsgeschehen und den nutzungs-

---

<sup>31</sup> Vgl. Schub / Stark (1985)

<sup>32</sup> DIN 18960 (1976)

<sup>33</sup> Vgl. Siegel / Wonneberg (1977)

<sup>34</sup> Vgl. Duffy (1992)

begleitenden Aufwendungen, also der Lebenszyklusansatz, ein Anliegen des Facility Management.

### **Lebenszyklusansatz des Immobilienmanagement**

Parallel zur Entwicklung des Facility Management folgte wenig später das Interesse der Unternehmenslenker an ihren Immobilienbeständen. Sie wurden als „Stille Reserven“ entdeckt. So hat die British Telecom Mitte der 1980er Jahre Immobilien in besten Lagen in der Innenstadt Londons in betriebsnotwendige und nicht betriebsnotwendige Immobilien getrennt. Die nichtbetriebsnotwendigen Objekte wurden zu damals günstigen Konditionen verkauft, mit signifikant positivem Betriebsergebnis für den Konzern. Das Modell wurde vielfach kopiert und variiert. Das seit dem viel zitierte „Tafelsilber“ galt lange als begehrtes Potenzial für außerordentliche Erträge. Wie wir heute wissen, hat die noch lange nicht überwundene Finanzkrise die Spielregeln für den Immobilienmarkt in vieler Hinsicht verändert, oder außer Kraft gesetzt. Die alles überragenden Schlüsselfragen heißen heute „Wie kann weiterer Wertverfall verhindert werden? und was muss getan werden, um Immobilienwerte zu stabilisieren bzw. zu steigern?“. In den immobilienwirtschaftlichen Veröffentlichungen der letzten Jahre ist unverkennbar, dass ein wichtiger Teil für die Beantwortung dieser Fragen der Lebenszykluskonzept ist, d.h. die Investitionsphase und die erreichte bzw. erzielbare Immobilienperformance in der Nutzungsphase sind von einander untrennbar. Es ist aber auch erkennbar geworden, dass Lebenszyklusorientierung in immobilienwirtschaftlicher Sicht nicht deckungsgleich ist mit dem zuvor beschriebenen Ansatz im Facility Management. Der Unterschied zeigt sich alleine schon im Begriff der Lebenszykluskosten. So werden in der Nutzungsphase sehr unterschiedliche Kostenbegriffe definiert und angewendet:

- Im Facility Management werden Nutzungskosten auf Basis der DIN 18960 Nutzungskosten im Hochbau und einer damit kompatiblen Systematik des Maschinen- und Anlagenbau ermittelt
- In der Immobilienwirtschaft sind die Folgekosten definiert als Bewirtschaftungskosten, gesetzlich verankert in der Betriebskostenverordnung.

Der Lebenszyklusansatz im Facility Management und der Lebenszyklusansatz in der Immobilienwirtschaft haben zwar Ähnlichkeiten und auch gemeinsame Bezugspunkte, müssen aber grundsätzlich auseinander gehalten werden. Wir werden zeigen, dass beide Ansätze parallel verfolgt und in ihrer Wechselseitigkeit zu beachten sind. In konkreten Anwendungsfällen erwachsen daraus aber immer dann keine Konflikte, wenn die Entscheidungsrollen klar definiert sind – entweder in der Position eines Immobilieneigentümers / Investors oder in der Position eines Nutzers / Betreibers. Ist das nicht der Fall, wie z.B. bei Investitionsentscheidungen für eine Modernisierungsmaßnahme können sehr wohl Mieter- / Nutzerinteressen und Eigentümerinteressen und damit auch die im Zusammenhang stehenden Lebenszyklusbetrachtungen konfliktreich sein. In solchen Fällen ist es aber hilfreich, wenn nach exakten Lebenszykluskostendefinitionen

unterschiedliche Berechnungen parallel durchgeführt, entsprechende Qualitätsfragen dazu abgeglichen werden und dann Kompromissentscheidungen unter Abwägung aller offen gelegten Gesichtspunkte auf eine rationale Grundlage gestellt werden können.

### **Integrative Software als Grundlage des Lebenszyklusansatzes**

Diese theoretisch-methodischen Grundlagen eines sich herausbildenden fächerübergreifenden Lebenszyklusmanagement sind aber nicht zu denken ohne die Software-Standards in einer Landschaft einheitlicher betriebswirtschaftlicher Modalitäten, insbesondere die ERP-Software (Enterprise Resource Planning) mit dem Marktführer SAP. Häufig dazu in Konkurrenz treten die primär technologisch orientierten Softwareanbieter im Energie- / Instandhaltungs- und Servicemanagement (Computer Aided Facility Management CAFM). Ein weiterer Faktor für integrative Prozessgestaltung ist die allgegenwärtige Softwarewelt von Microsoft und vergleichbare Softwareprodukte der Büroautomation.

## **3.2 Systemdenken**

Die integrative Verbindung der aufgeführten Ansätze, die jeder für sich das Planen und Bauen auf eigene Weise ausrichten, ist eine Herausforderung für die Akteure des Bauens – und sicher eine langfristig angelegte Aufgabe für die am Baugeschehen beteiligten Branchen und Berufsgruppen. Da in unterschiedlichen Disziplinen Bezeichnungen für Prozesse, Systeme und Objekte verschieden verstanden werden, werden die für das Bauen interessantesten kurz vorgestellt.

### **Integrative Systembetrachtung im Systems Engineering (Systemtechnik)**

Immobilien, Bauwerke, Facilities und deren Bestandteile betrachten wir als Systeme im Sinne des Systems Engineering. Das ist ein methodisches Konzept der nach dem zweiten Weltkrieg entstandenen Rüstungs- und Raumfahrtindustrie. Dabei ging es um die Beherrschung komplexer Entwicklungsprozesse und Projekte. Dadurch wurde das Jahrtausende alte Vorbild des Bauprojektes durch eine wesentliche Grenzüberschreitung erweitert: Das Wissen um das Hervorbringen eines technischen Gebildes, wie es uns in den Schriften des römischen Baumeisters Vitruv<sup>35</sup> überliefert wurde und bis in unsere Gegenwart ein ausreichender Standard für das Bauen war, erfährt im Systems Engineering eine einschneidende Relativierung. Hinzu kommt das Wissen über die nach Abschluss von Baumaßnahmen folgenden Prozesse des Betriebens, der Versorgung mit Verbrauchsmedien, der Instandhaltung, der Ausmusterungs- und Entsorgungsprozessen und schließlich der Organisation der Gesamtheit dieser Prozesse.

---

<sup>35</sup> Auf der Grundlage heute nicht mehr überlieferter Schriften des griechischen Altertums hat der Baumeister Vitruv vor über 2000 Jahren in seinen „Zehn Büchern über die Baukunst“ drei Ziele für das Bauen formuliert: die Schönheit (venustas), die Nützlichkeit (utilitas) und die Beständigkeit (firmitas). Die Beständigkeit zeigt sich heute als hoch aktueller Ursprung des Nachhaltigkeitsansatzes.

Hier begann das, was wir heute – immer noch mit einiger Vorsicht – LifeCycle Engineering nennen.<sup>36</sup> Seit den 60er Jahren ist das Systems Engineering fundamentaler Bestandteil von Entwicklungs- und Produktionsprozessen in der Luftfahrtindustrie und Automobilindustrie. In Deutschland entstand auf dieser Grundlage eine Weiterentwicklung des Projektmanagement.<sup>37</sup>

### **Integrative Systembetrachtung in klassifizierender Systematik**

Davon unterscheidet sich der seit dem 18. Jahrhundert gebräuchliche ältere Systembegriff im Sinne von Gliederungsstruktur oder Klassifikationsstruktur. Der aber ist für die folgenden Ausführungen von außerordentlich großer Bedeutung. Um eindeutige Bezeichnungen zu verwenden wird dann von „Systematik“ gesprochen. In der Bezeichnung „systemtechnisch“ verschmelzen die Systembetrachtungen des Systems Engineering der Differenzierung von Systemebenen mit den Gliederungsregeln der Systematik. So wird insbesondere die DIN 276 in dieser Weise systemtechnisch verstanden – also sowohl als Gliederungssystematik, als auch als Abgrenzung ganzheitlicher Einheiten (Systeme) und deren Subsysteme Vgl. die Kostensystematik in Kap. 6).

In den folgenden Ausführungen werden Systeme in unterschiedlichen Sichtweisen auch als Objekte, insbesondere als Lebenszyklusobjekte bezeichnet. Durch die Ergänzung des Systembegriffs mit Hilfe von Objektgrenzen, konstituiert durch Akteure, lassen sich Handlungszusammenhänge als Leistungsprozesse darstellen und übergreifend in Wertschöpfungsprozesse einbetten.

---

<sup>36</sup> Vgl. Hall (1962)

<sup>37</sup> Vgl. Patzak (1982)

## 4 Grundlagen des Lebenszyklusansatzes in Wertschöpfungsketten

### 4.1 Bauwerke und Immobilien in Wertschöpfungsketten

#### 4.1.1 Bauwirtschaft – Immobilienwirtschaft - Servicebranchen

In Anlehnung an die Arbeiten des Harvard-Ökonomen Michael Porter und darauf aufbauende Anwendungen betrachten wir die Aufeinanderfolge von Produktionsstufen makroökonomisch wie auch betriebswirtschaftlich als Wertschöpfungsketten. Innerhalb von betrieblichen Abläufen und Arbeitsprozessen wird analog von Leistungsketten bzw. Leistungsprozessen gesprochen.

Die in der Wertschöpfungsmethodik üblichen Begriffe der „vertikalen Gliederung“ (aufeinander folgende Produktionsstufen) und der „horizontalen Gliederung“ (gleiche Produktionsstufen) eignen sich, um die für das Bauen wesentliche Gewerkegliederung im Prozesszusammenhang zu untersuchen<sup>38</sup>. Mit der Analyse und Darstellung von Wertschöpfungsprozessen geraten vor allem auch die für Beschaffungsprozesse wichtigen Produkte und deren Diversifizierungen in den Blick. In enger Zusammenarbeit mit Industriepartnern und Experten der Immobilienökonomie hat der Autor seit Mitte der 1990er Jahre Modelle für baubezogene Wertschöpfungsketten entwickelt. Ein Ergebnis ist die Auftrennung von drei selbstständigen Wertschöpfungsketten, die sich nicht vollständig ineinander überführen lassen, aber im baubezogenen Geschehen wichtige Zusammenhänge haben. Die herkömmliche Bauwirtschaft wird von der sich erneuernden Immobilienwirtschaft und den vordrängenden Dienstleistungsbranchen herausgefordert und transformiert. Für jeden der drei Wirtschaftssektoren lassen sich eigenständige Wertschöpfungsketten erkennen:

- Technologische Wertschöpfungsketten des Bauens - vom Baumaterial über das Bauprojekt bis zu den technischen Services für bauliche Komponenten und technische Anlagen (Abb. 4-1)
- Immobilienwirtschaftliche Wertschöpfungsketten - von der Grundstücksentwicklung über das Bauprojekt bis zur Immobilienbewirtschaftung (Abb. 4-2)
- Wertschöpfungsketten infrastruktureller Dienstleistungen, die als „added value“ die Nutzung der bereitgestellten Flächen erweitern (z. B. Büroservice, logistische Dienste, Catering, hotelartige Dienstleistungen, u.dgl.)

Die Überlagerung dieser Wertschöpfungsketten in einem Modell aus drei synchronisierten Wertschöpfungsstufen verdeutlicht auch ein sich herausbildendes integratives

---

<sup>38</sup> Die Untersuchung von vertikalen und horizontalen Produktionsstufen ist in vielen Industriebranchen eingeführt, besonders im Bereich der Automobilindustrie und den beteiligten Zulieferfirmen – vgl. Wildemann (1994)

Muster aus Bauwirtschaft, Immobilienwirtschaft und Servicebranchen (Abb. 4-1 bis Abb. 4-3).

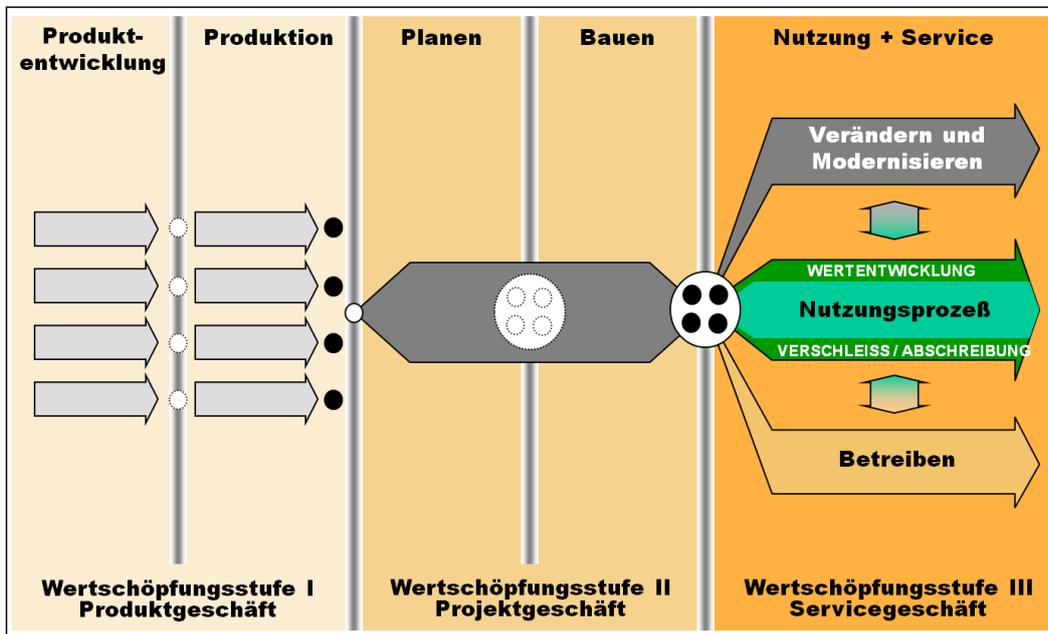


Abb. 4-1: Die technologische Wertschöpfungskette des Bauens [© H. Balck]

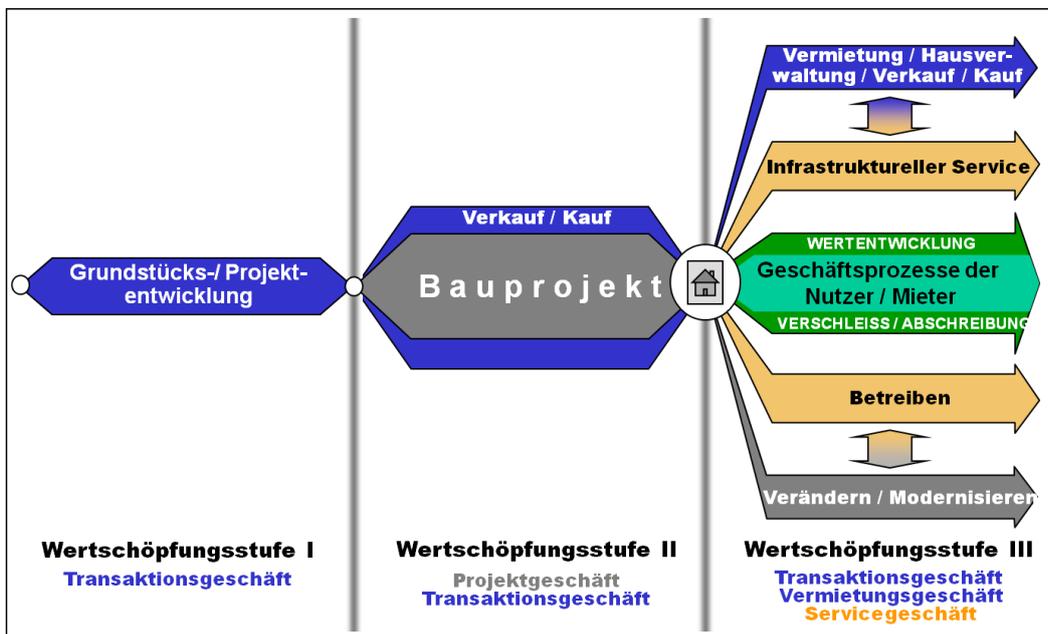


Abb. 4-2: Die immobilienwirtschaftliche Wertschöpfungskette des Bauens [© H. Balck]

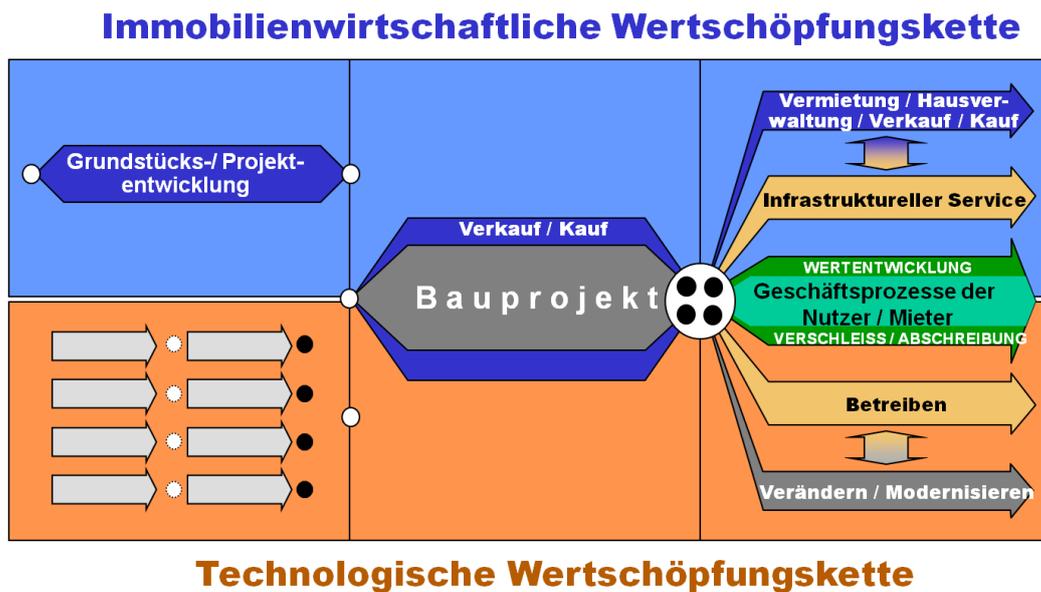
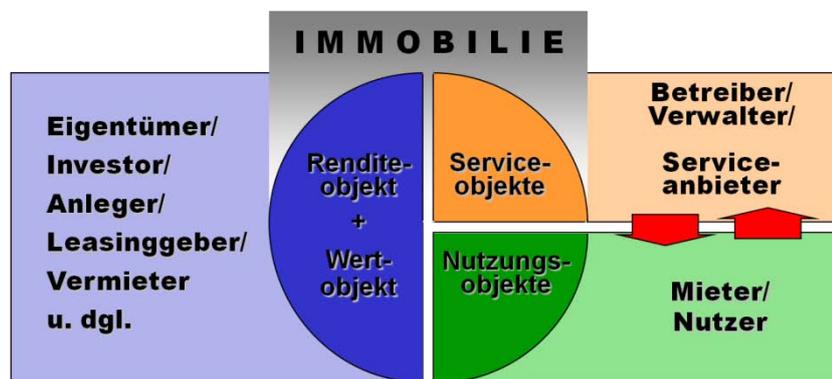


Abb. 4-3: Die immobilienwirtschaftliche Wertschöpfungskette, die technologische und die Wertschöpfungskette im Service überlagern sich [© H. Balck]

Die dargestellten Wertschöpfungsstufen zeigen eine Übereinstimmung der zeitlichen Gliederung. In dem dreiteiligen Schema definieren Bauprojekte mit ihren Anfangs- und Endpunkten ein gemeinsames Mittelglied. Das aus Bauprojekten hervorgehende Bauwerk wird aber in den unterschiedlichen Wertschöpfungsketten unterschiedlich bestimmt: als Gegenstand immobilienwirtschaftlicher Prozesse, dann sprechen wir von Grundstücken, als Bestandsobjekt in Nutzungsprozessen (Nutzungsobjekte) oder als Objekt der Service-Wertschöpfung.

#### 4.1.2 Immobilien / Bauwerke / Facilities in der Lebenszyklusperspektive

Als Bauwerke bezeichnen wir branchenüblich das Ergebnis von Planungs- und Bauabläufen. D.h. der Objektbegriff Bauwerk ist durch den bauwirtschaftlich-technologischen Entstehungsprozess festgelegt. Betrachten wir nun Bauwerke nicht nur als Ergebnisse von Planungs- und Bauabläufen, sondern zusätzlich in Anwendungszusammenhängen, dann sind Bauwerke Bestandsobjekte. Damit verbunden sind Lebenszyklusperspektiven – mit Akteuren, aus deren Sicht ein Bauwerk in je anderem Licht erscheint. Es sind die mit dem Eintritt in die dritte Wertschöpfungsstufe zeitlich parallel auftretenden Eigentümer, Nutzer bzw. Mieter und die Betreiber, ergänzt durch einen Kranz von Dienstleistern.



**Nahstellen** zw. Kerngeschäft und Unterstützenden Prozessen (Support-Prozesse)

Abb. 4-4: Die Akteure in der Nutzungsphase und Betriebsphase [© H. Balck]

Das Verständnis von Bauwerken und Einrichtungen in der Lebenszyklusperspektive gewinnt an Schärfe, wenn man die Akteure innerhalb der Nutzungsphase genauer unterscheidet und in ihrem wechselseitigen Zusammenhang betrachtet. Als wichtigste Subjekte, deren Interesse auf einen vorhandenen Bestand gerichtet ist, gelten 3 Gruppen von Akteuren: die Eigentümer, die Nutzer (Mieter) und die Betreiber / Dienstleister. Diese Unterscheidung ist von Bernhard Wenning<sup>39</sup> Anfang der 90er Jahre eingeführt worden (Abb. 4-4). Es dient in den folgenden Darstellungen als methodische Grundlage und wird in den anschließenden Ausführungen weiterentwickelt. Abb. 4-5 und Abb. 4-6 zeigen den Zusammenhang von Akteuren und Objekten in der Nutzungsphase und die damit unterscheidbaren Schnittstellen von Immobilienmanagement und Facility Management. Das Drei-Akteure-Modell gilt heute mit Recht auch als methodischer Rahmen für die Integration dieser komplementären Disziplinen.

---

<sup>39</sup> Bernhard Wenning, langjähriger Leiter des Corporate Real Estate Managements der Henkel AG, Düsseldorf, hat in Gesprächen mit dem Autor seinen Ansatz als Einheit von immobilienwirtschaftlichen und serviceorientierten Konzepten erläutert. Wesentlich war die wirtschaftliche Neuausrichtung der Verfügbarkeit von Immobilien und Dienstleistungen innerhalb des Standortes Düsseldorf der Henkel AG. Danach werden unternehmenseigene Bereiche genauso wie externe Unternehmen, die am gleichen Standort angesiedelt sind, als Mieter behandelt.

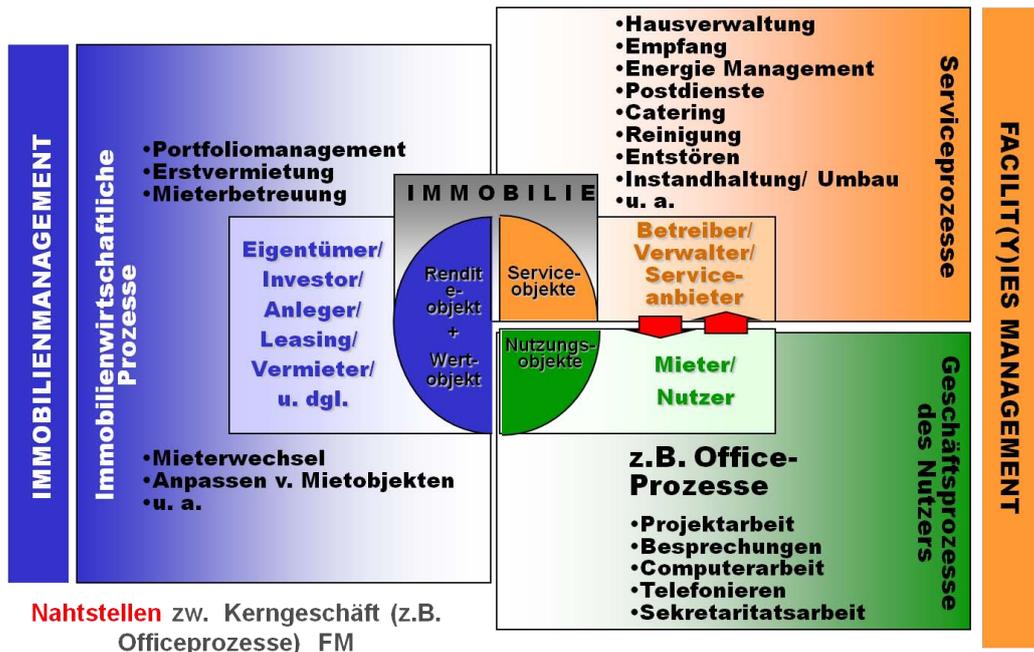


Abb. 4-5: Unterscheidung von Immobilienmanagement und Facility Management [© H. Balck]

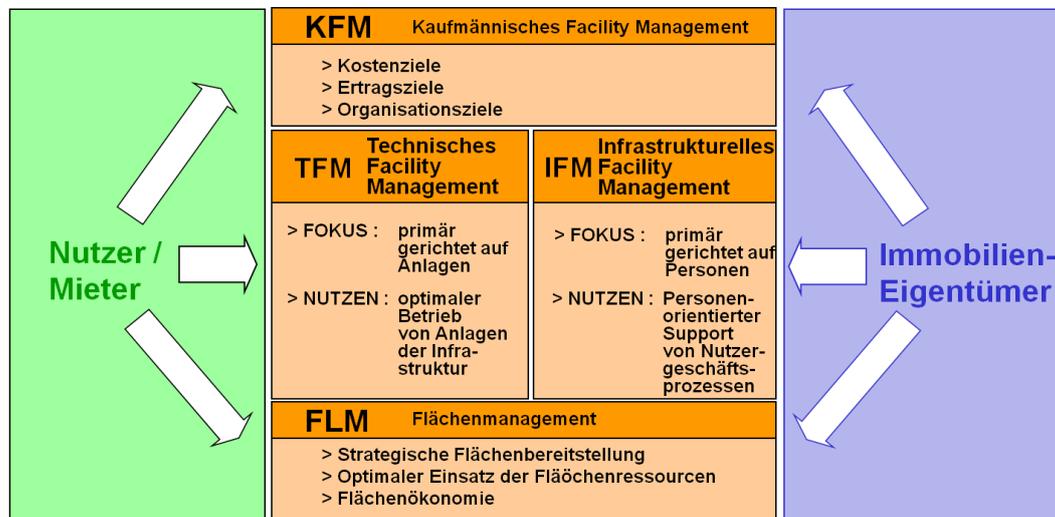


Abb. 4-6: Dienstleistungen des Facility Management / Gebäudemanagement im Umfeld von Nutzern/Mietern und Immobilieneigentümern [© H. Balck]

Mit dem Eintritt in einen Anwendungszusammenhang, der durch jeden dieser Akteure auf eigene Weise konstituiert wird, werden Bauwerke zum Gegenstand sehr unterschiedlicher rechtlicher und fachlicher Handlungsfelder mit eigenständigen Berufsbildern. So erscheinen Bauwerke aus Eigentümersicht als Immobilien bzw. Grundstücke, aus Sicht der Nutzer als Nutzungsobjekte und aus der Sicht der Betreiber und Dienst-

leister als Serviceobjekte. Die Differenzierung in unterschiedliche Objektsichten und damit verbundene Akteure (Subjekte) hat weit reichende Konsequenzen in der Systembetrachtung. So kann ein und dasselbe durch Bauleistungen errichtete „Werk“ in unterschiedlichen Systemansichten sehr verschieden interpretiert und auch strukturiert werden:

- Immobilien sind mehr als Bauwerke. Sie sind Einheiten aus Grundstücken und darauf errichteten Bauwerken bzw. baulichen Anlagen. Das zentrierende Bestimmungsstück ist der Grund und Boden. Im deutschen Recht wird diese Ausrichtung im Begriff „Grundstück“ überdeutlich: gemäß §§ 94 ff. BGB gehören zu den Bestandteilen eines Grundstückes neben dem Grund und Boden auch die Gebäude und baulichen Anlagen.  
Grund und Boden als Flurstück für sich genommen, oder als unbebautes Grundstück, sind Grundstücke im engeren Sinn.
- Betrachten wir Bauwerke als Nutzungsobjekte, dann interessieren Anwendungszusammenhänge mit Nutzern und deren spezifische Ausrüstungen. Im Fokus sind vor allem Bauteile mit nutzerbezogenen Schnittstellen. Dazu gehören z.B. visuell und / oder akustisch wirksame Oberflächenelemente in einem Raum und Bedienelemente zur Steuerung / Schaltung von Raumkonditionierungen. Parallel zur Bauteilgliederung der DIN 276 treten Flächeneinheiten und nutzungsbezogene Raumeinheiten in den Vordergrund. Raumbezogene Gliederungsaspekte sind außerdem eine Gemeinsamkeit von Immobilien und Nutzungsobjekten, z.B. wenn Mietflächen bestimmt und Mietobjekte wie Wohneinheiten innerhalb von Gebäuden abgegrenzt werden.
- Für Bauwerke als Serviceobjekte ergeben sich je Betreiberprozess andere Strukturierungen. Reinigungsdienstleister konzentrieren sich ausschließlich auf Einrichtungs- und Bauteiloberflächen. Instandhaltungsfachleute richten ihre Aktivitäten auf ausgewählte Anlagen, um deren Verfügbarkeit zu sichern und auf „Instandhaltungsbedürftige Bauteile“, an denen Inspektions-, Wartungs- und Instandsetzungsleistungen erbracht werden.

Die erkennbar große Bandbreite der mit diesen Objektausrichtungen angesprochenen Fachinhalte, verlangt eine entsprechend breite Spreizung von Kompetenzen. Das ist auch der Grund für die rasche Entwicklung der Ausbildungs- und Fortbildungsaktivitäten in den zurückliegenden 20 Jahren in der Immobilienwirtschaft und im Facility Management – beides immer noch junge Fachgebiete, die ihren Reifezustand als Disziplinen noch vor sich haben.

### **Immobilie und mobile Objekte**

Diese Unterscheidungen werden wir zu beachten haben, denn bei näherer Hinsicht zeigt sich eine überraschende Komplexität, sowohl bei immobilien Objekten, wie Grundstücken und Bauwerken, als auch bei mobilen Einrichtungen. Dieses gesamte Spektrum von Facilities ist in der DIN 276 angelegt<sup>40</sup> - aber nur eingeschränkt Gegenstandsbereich für die in unserem Forschungsvorhaben untersuchten Beschaffungsprozesse. Betrachtet werden zunächst nur Bestandteile von Bauwerken. Der dazu entwickelte methodische Rahmen eignet sich aber auch für Einrichtungen (mobile Facilities).

## **4.2 Technologische Wertschöpfungsketten und Erfolgsdefinitionen für Bauwerke**

### **4.2.1 Bauwirtschaftlich-technologische Wertschöpfungskette**

Die Erklärung der dreistufigen Wertschöpfungskette als Aufeinanderfolge technologischer und dazu paralleler wirtschaftlicher Prozesse gelingt am besten, wenn wir, wie schon einleitend beschrieben, in der Mitte beginnen. Abb. 4-1/ Abb. 4-2 zeigen die drei Wertschöpfungsphasen mit dem Bauprojekt als Mittelglied. Das Bauprojekt, die 2. Wertschöpfungsstufe, ist im Ganzen gesehen eine Einheit aus Planungs- und Ausführungsprozessen. Wie in Produktionsprozessen des Maschinen- und Anlagenbaus werden auch im Bauprojekt durch Zulieferer Produkte an deren Schnittstellen bereitgestellt. In Bauprojekten sind das die Anbieter von Bauprodukten in Verbindung mit nachgelagerten Leistungsstufen des Handels. Die Wertschöpfung innerhalb von Bauvorhaben ist die Leistung der ausführenden Firmen und deren „Auftragsmittler“, die Planer und Berater. Als freiberufliche Architekten und Ingenieure sind in der langen Tradition des Bauens immer schon in der Systemführerrolle, denn sie wählen im Auftrag der Bauherren sowohl Zulieferer wie Ausführende Firmen aus – und bestimmen welche Produkte eingesetzt werden. Dies geschieht in Beschaffungsprozessen – besonders durch Anwendung formalisierter Ausschreibungs- und Vergabeverfahren. Alternativen dazu sind die bekannten Formen der Vergabe an Generalunternehmer und deren Ausweitung in PPP- und BOT-Modelle. Die vorausgehenden Zulieferleistungen in der 1. Wertschöpfungsstufe umfassen einen breiten Fächer quer durch fast alle Branchen unserer Industrie – z.B. Branchen der Elektrotechnik, Nachrichtentechnik, chemischen Industrie mit vielen vorgelagerten Industriezweigen, die baubezogene Rohstoffe liefern.

---

<sup>40</sup> Die Anwendung der DIN 276 ist nicht nur durch ihren hohen Grad an Verbreitung und Anerkennung eine solide Grundlage für den Lebenszyklusansatz. Sie hat auch methodische Vorzüge durch die Integration von immobilien Bauobjekten (KG 100 – 500) und mobilen Facilities (KG 600)

Nach Abschluss der Bauinvestition folgt die 3. Wertschöpfungsstufe, in der Nutzungsprozesse, Betreiberprozesse und Erneuerungen der Bausubstanz parallel laufen. Das Bauwerk ist der eigentliche Fokus für alle drei Wertschöpfungsstufen – wird aber in der Baupraxis nur selten so verstanden. Gesamtheitlich gesehen ist es das Resultat der Stufen 1 und 2 die Voraussetzung für alle Folgeprozesse in Stufe 3. Es sind häufig sich wiederholende Aktivitäten, in denen die technischen Bestandteile des Bauwerks hervorgebracht, betrieben, umgenutzt, ausgemustert und entsorgt werden.

Das Objekt Bauwerk ist mit Blick auf das gesamte System dieser Leistungsketten eine Konfiguration von zeitabhängigen Einzelobjekten. Die verbauten Produkte haben im Verlauf der Nutzungs- und Betriebsphase je unterschiedliche Zeitfenster der Zugehörigkeit zum „Bestand“. Das ist eine Konsequenz der Langlebigkeit der konstitutiven Bestandteile, insbesondere der tragenden Teile. Entlang der Zeitachse durchlaufen Produkte ein 3-teiliges Wiederholungsmuster. Einbau – Nutzung – Rückbau. Dabei spielt es keine Rolle, ob ein Bauwerk 30 Jahre oder 200 Jahre besteht. Es interessiert in technologischer Sicht nur die jeweilige Lebensdauer der eingebauten Bestandteile und die resultierende Kette von Erneuerungen: den Lebenszyklen der Bestandteile. Betrachten wir z.B. ein Bürogebäude, bestehend aus Baukonstruktionen, Technischen Anlagen, Ausrüstungen und Einrichtungen. Das Interesse an Lebenszyklen verlangt für jede dieser Objektklassen eine systemtechnische Durchmusterung auf allen Systemebenen im Hinblick auf deren zeitliche Dynamik. Die vergleichende Analyse zeigt ein Spektrum von Bauteilzyklen zwischen Bestandszeiten weniger Jahre und mehrerer Jahrzehnte. Beispielsweise haben Wandbeschichtungen eine Lebensdauer von 2 bis 8 Jahren, gebäudetechnische Anlagen 10 bis 20 Jahre, Fassaden 30 bis 60 Jahre. Am längste überdauert das Tragwerk. Es definiert damit die Gesamtdauer des Bauwerks. Es gibt also in langlebigen Gütern nicht, wie häufig in der Fachwelt verkürzt dargestellt wird, nur den Lebenszyklus. In der Langzeit-Perspektive erscheint das Gesamtsystem Bauwerk als Zeitmuster aufeinanderfolgender Bestandszeiten von Anlagen, Konstruktionen, und deren Bauteile und Komponenten. Die Zusammenschau der drei Wertschöpfungsstufen in technologischer Sicht eröffnet auch Abgrenzungen der grundlegenden Zeitbegriffe des Lebenszyklusansatzes – Lebensdauer bzw. Nutzungsdauer und Lebenszyklus (Kap. 5).

### **4.2.2 Erfolg von Produkten und Leistungen – Hindernisse und Chancen in der bauwirtschaftlich-technologischen Wertschöpfungskette**

Den Anfang eines Bauvorhabens definieren die vom Investor bzw. Bauherren festgelegten Bauaufgaben und der daran geknüpfte erste Eintritt in das Marktgeschehen: die Auswahl von Beratern, wie Architekten und Beratenden Ingenieuren. Der zweite Eintritt in das Marktgeschehen wird durch planerische Leistungen vorbereitet und erfolgt in aller Regel durch Ausschreibungs- und Vergabeprozesse, in denen Ausführende Fir-

men und damit einhergehend Produktlieferanten ausgewählt werden. Die Ausschreibung und Vergabe von Bauleistungen befindet sich in der Mitte von Bauprojekten und in methodischer Hinsicht (nicht in zeitlicher) in der Mitte aller Wertschöpfungsstufen. Betrachten wir die Aufeinanderfolge der Markteintritte – Entscheidungen für Planungs-Marktpartner und anschließend Entscheidungen für Ausführungs-Marktpartner – stellt sich die Frage nach dem Erfolg der Beteiligten und ihrer Leistungen. Und schon geraten wir in eine Verlegenheit. Im Unterschied zu vielen Industrieprodukten, für die erfolgreiches Nutzen und Betreiben in etablierten Testverfahren dargestellt werden kann, gibt es kaum Vergleichbares für Bauwerke und deren Bestandteile. Dennoch ist diese Frage für die hier verfolgte Ausrichtung von Beschaffungsprozessen unverzichtbar. Versuchen wir eine Annäherung, zunächst im Kontext der technologischen Kette:

### **Erfolg eines Bauwerkes – Bestimmung in der Technologischen Wertschöpfungskette**

Der Erfolg eines Bauwerkes wird gemessen an dem Erfüllungsgrad für einen Satz vorgegebener Kriterien und im Sinne der Marktforschung an dem Grad der Zufriedenheit, der als Ergebnis von Nutzerbefragungen / Betreiberbefragungen ermittelt wird. Ein solcher Satz von Bewertungskriterien liefert z.B. das BNB-/ DGNB-Zertifizierungssystem oder ähnliche, international eingeführte Bewertungssysteme. Die Erfolgsmessung zielt auf das Bauwerk als Ganzes. Bevorzugte Kriterien der Erfolgsmessung – in den weiteren Ausführungen wird von Performance-Messung gesprochen – sind ökonomische Erfolgskriterien, Energieeffizienz, ökologische Eignung und Beiträge von Serviceprozessen zum Erfolg der Nutzerprozesse. Derartige Erfolgsüberprüfungen sind in den zurückliegenden Jahren überwiegend im Zusammenhang mit Forschungsvorhaben durchgeführt worden.<sup>41</sup>

### **Bauprodukte im LifeCycle Approach - Nachhaltigkeit eröffnet Chancen für Produktanbieter und Errichter**

Die im Lebenszyklusansatz erweiterte Bauaufgabe umfasst die 2. und 3. Wertschöpfungsstufe - die Planung, Bauausführung und das Betreiben und Bewirtschaften, also diejenigen Zeitstrecken auf die sich die Lebenszyklusphasen von Bauobjekten erstrecken. Betrachten wir nun zusätzlich die 1. Wertschöpfungsstufe in der Bauprodukte entwickelt, produziert und in das Marktgeschehen eingeführt werden. Auch für diese, den Objekt-Lebenszyklen vorgelagerten Phasen, geht es um nicht minder lebenszyklusrelevante Gesichtspunkte. Dazu gehören Konzepte und Orientierungen, die immer

---

<sup>41</sup> Die Ausführungen von Fisch/ Plesser zeigen erstmalig auf wissenschaftlicher Grundlage, dass selbst bei Einsatz effizienter Technologien und Produkte in den ersten Betriebsjahren das Potential von Anlagentechnik und teilweise hocheffizienten Bauteilen um bis zu 15% im laufenden Betrieb unausgeschöpft bleibt. Der Grund ist das unzureichende Betriebsmanagement. Dieser Sachverhalt ist im Facility Management seit langem bekannt, hatte aber kaum Einfluss in der Bauforschung. Eine Konsequenz ist auch die in unserer Untersuchung geforderte enge Verbindung von lebenszyklusorientierten Planungen und Beschaffungsprozessen mit daran anschließenden Betriebsprozessen. Vgl. Fisch / Plesser (2007)

schon jeder Bauaufgabe vorausgehen und sozusagen deren technologischen Bestimmungsgrund darstellen. Verfügbare Technologien und Produkte – besonders dann wenn sie als Innovationen in Märkte eintreten – legen fest, was planbar ist und werden damit Gegenstand von Beschaffungsentscheidungen.

Hinter der Entscheidungskette Bauherr – Planer – ausführenden Firmen verbirgt sich der wirkungsmächtigste Teil der Bauindustrie: die Zulieferer von Bauprodukten. Das sind Anbieter von Rohstoffen, Halbzeugen und funktionsfähigen Bauelementen und Baugruppen in einem weiten Branchenspektrum. Wer aber entscheidet über die Beschaffung von Bodenbelägen, Außenwandsystemen, Sanitärobjekten, Pumpen, Lüftungsgeräten, u.dgl.? – und nach welchen Kriterien? In gewerblichen Bauvorhaben sind es i.d.R. Architekten oder Beratende Ingenieure in Bauabteilungen oder Planungsbüros. Aufgrund ihrer historischen Abtrennung von der Betreiberwelt – bei gleichzeitiger Ausgrenzung der Betreiber aus dem Prozess der Investitionsentscheidung – regiert folglich der Preiswettbewerb und nicht der Vergleich von Lebenszykluskosten und Lebenszyklusqualitäten. Die Industrie hat diese Abseitsposition erkannt und versucht konsequent den direkten Angebotsweg zum Bauherrn bzw. Betreiber.

Die veränderte Ausrichtung der Märkte auf Nachhaltigkeit eröffnet Chancen. Firmen mit hocheffizienten bzw. dauerhaften Produkten können die Vorteilhaftigkeit ihrer Erzeugnisse wettbewerbswirksam darstellen. Dazu gehören die Forschungspartner GEZE GmbH (Türsysteme) und WILO AG (Pumpen). Das sind Anbieter von Produkten, die zur Realisierung der „Strategischen Bauteile“ benötigt werden (vgl. Kap. 10.2). Allerdings sind solche Firmen in der Rolle von Zulieferern, die in den bau- und immobilienwirtschaftlichen Leistungsketten am Anfang stehen (1. Wertschöpfungsstufe), so dass der direkte Vertriebsweg zu den Bauherrn und Betreibern (3. Wertschöpfungsstufe), also zu den Endkunden, verstellt ist oder nur konfliktreich begangen werden kann. Folgende typischen Abhängigkeiten sind ein Ergebnis der mit den Forschungspartnern durchgeführten Workshops und Interviews:

- Produkthanbieter haben nahezu für alle Erzeugnisse zwei Vertriebswege: an den Handel (60-80 % des Umsatzes) und an Endkunden im Objektgeschäft (20-40 % des Umsatzes).
- Bei Systemprodukten, wie z.B. Türanlagen, kommen Anlagenbauer als ausführenden Firmen ins Spiel, die sich bei Endkunden auch über Ausschreibungen bewerben. Dann sind Produkthanbieter Zulieferer. In solchen Fällen können dann verschachtelte Gewährleistungspflichten zu Schwierigkeiten für die Eigentümer führen. Außerdem können sich bei Wartungsverträgen teilw. Überschneidungen zwischen den Kompetenzen von Produktlieferant und Anlagenbauer ergeben (Abb. A 1 bis Abb. A 3)

Die reale Performance von eingebauten Produkten, sei es Energieeffizienz oder Zuverlässigkeit, wird in Betriebsprozessen oft gar nicht registriert – einfach deswegen, weil

darüber Daten fehlen oder Auswertungen nicht erfolgen. Das gilt gleichermaßen für nicht wahrgenommene Positiv-Performance wie Negativ-Performance – also ein Wettbewerb der Erzeugnisse findet am Ende der Wertschöpfungskette i.d.R. (noch) nicht statt!

Unternehmen, die als Errichterfirmen auch die nachfolgenden Facility Services übernehmen, haben die Möglichkeit dieses Schnittstellenproblem zu lösen, weil sie in der gesamten Liefer- und Leistungskette agieren. Der Forschungspartner und YIT geht diesen Weg im Anlagenbau.

### **Produktauswahl nach Lebenszykluskriterien**

Die Produktauswahl ist also erfolgskritisch für den Gesamterfolg eines Bauwerkes. Das macht auch die Bedeutung der ersten Wertschöpfungsstufe erkennbar. Denn es ist letztlich der Stellenwert ausgewählter Produkte für Baukonstruktionen und gebäude-technischer Anlagen, die Produktvorteile und besonders innovative Eigenschaften verwendeter Technologien und Bauteile als Erfolgsbringer für Effizienz und Nachhaltigkeit ausweisen. Betrachten wir dazu wieder das Bauwerk, jetzt aber im Gesamtverlauf der ersten und zweiten Wertschöpfungsstufe. Dann wird deutlich, dass die Entwicklung von Produkten (in unterschiedlichsten Industriezweigen), deren Produktion bis zum Marktangebot und dann deren Auswahl in Form von Einkaufsentscheidungen im Verlaufe eines Ausschreibungs- und Vergabeprozesses und schließlich deren Inbetriebnahme und Anwendung in den Nutzungs- und Betriebsprozessen. Durchmustern wir solche Ketten aus der Sicht eines bestehenden Bauwerkes, so lässt sich das gesamte Bauwerk, wie es auch in der DIN 276 aufgegliedert ist, als Agglomerat von Produkten verstehen. Die zwischengeschalteten Planungs- und Ausführungsleistungen sind als Prozesse gleichsam flüchtige Erscheinungen, haben aber als „Aufwand“ den größten Anteil an den Investitionskosten. Ein Bauwerk in dieser Sicht ist also ein technisches System mit vielen vorangegangenen technologischen Ketten. Im Blick nach vorne, in die an die Anlagen bzw. Produktkomponenten verlaufenden Nutzungsprozesse und zahlreichen Serviceprozesse, wie Entstörung, Instandsetzung, Wartung, Energiedienstleistungen u. dgl. sind möglich gewordene Folgeprozess mit entsprechenden Folgekosten. Es gibt daher Sinn, allein schon für den Aspekt der Lebenszykluskosten solche Gesamtverläufe – von Produktentwicklung bis zur Entsorgung eingebauter und verwendeter Produkte – für die Berechnung von Lebenszykluskosten zugrunde zu legen. Parallel dazu gilt es in gleicher Weise in solchen Ketten die ermöglichten und sichergestellten Qualitäten der Bauwerke und ihrer Bestandteile zu betrachten. Damit einher gehen ökologische Bewertungen.

### **4.2.3 Problemschnittstellen in der bauwirtschaftlich-technologischen Wertschöpfungskette**

#### **Projektbeteiligte und Nutzer / Betreiber**

Durch die Zusammenarbeit mit den Forschungspartnern WILO AG, GEZE GmbH und dem Anlagenbauer YIT (früher Stangl GmbH) und durch die umfangreiche Auswertung von Betreiberdaten von DB Station & Service wurde auch erkennbar, dass die skizzierten Ketten entlang der Wertschöpfungsstufen durch eine Reihe von Branchenbarrieren unterbrochen sind und die Vorteilhaftigkeit effizienter bzw. innovativer Produkte, die sich erst innerhalb der Nutzungs- und Betriebsphase zeigen, durch solche Barrieren an der Realisierung ihres Erfolgspotenzials gehindert werden.

Die massivste Barriere besteht am Ende der zweiten Wertschöpfungsstufe nach Fertigstellung einzelner Bauleistungen, abschließend nach Fertigstellung kompletter Bauwerke. Dann werden Nutzer und Betreiber gleichsam allein gelassen. Die nachlaufende Verantwortung von ausführenden Firmen und Produktherstellern ist durch teilweise unbefriedigende Gewährleistungsfristen und durch oft juristisch erschwerte Rückgriffe auf Gewährleistungsrechte ein ganz und gar unbefriedigender Nachlauf des Bausehens. Verantwortung für den überwiegenden Teil der Lebensdauer von errichteten Anlagen und Bauwerken übernimmt jetzt durch den Eigentumswechsel der nutzerseitige Eigentümer und der daran gekoppelte Betreiber und dessen interne wie externe Dienstleister. Das Problem im Wechsel von der zweiten zur dritten Wertschöpfungsstufe ist also der Bruch in der Verantwortung. Es fehlt die „Langzeitverantwortung“ aus Sicht der Errichter und damit verbunden eine entsprechend definierte Nachhaltigkeitsverantwortung aus Sicht der Produkthersteller. Beides ist völlig unzureichend im heutigen Marktgeschehen vorhanden. Die beteiligten Forschungspartner bestätigen aber, dass sich die traditionellen Barrieren in den Wertschöpfungsketten ändern müssen und nur dann eine wirkliche Lebenszyklusorientierung, die in Beschaffungsentscheidungen ihren Angelpunkt hat auch realisieren lässt.

#### **Produkthersteller und Planer**

Eine weitere Barriere besteht zwischen der Herstellerwelt von Produkten an der Nahtstelle zu deren Einbeziehung in projektbezogene Planungen. Dabei handelt es sich um die Koppelung von Marketing- und Vertriebsaktivitäten auf der Herstellerseite zu den Informationsprozessen von Bauherren und Planern. So leidet Marketing und Vertrieb vieler Produkthersteller an der „zerhackten“ Wertschöpfungskette:

Im Marketing und Vertrieb besteht ein aus den Produktionsprozessen und den vorangegangenen Prozessen der Produktentwicklung ein umfangreiches Wissen, dass oft nur „als erfüllt“ im Abgleich mit entsprechenden Normen bei Planern abgeprüft wird. Eine Verknüpfung dieses Wissens mit Betreibererfahrungen über die Eignung der Produkte wird Planern nicht vermittelt.

Planer haben traditionell kaum Betreiberwissen, weil sie, wie zuvor dargelegt, mit Betreibern i.d.R. keine Erfahrungen austauschen. Entsprechendes gilt für Nutzer. Das hat auch einen Grund darin, dass Nutzer nur selten darüber befragt werden, wie sie mit übergebenen Anlagen, Einrichtungen und Bauwerken zurechtkommen. Betriebsfachleute beklagen aber auch, dass sie selber befangen sind im Wissen ihrer Technologien. Ein Feedback mit Anwendungswissen in den Prozessen des Betriebens ist für die meisten Hersteller nicht üblich und daher unterentwickelt.

### **Wissen der Produkthersteller wird Planerwissen**

In Qualitätszirkeln mit der WILO AG und der GEZE GmbH wurden im Rahmen des Forschungsvorhabens Wissensbausteine zur Verfügung gestellt. Dabei haben Beteiligte aus Werkstätten u.a. an den Produktbeispielen Pumpen und Brandschutztüren sowohl die oben beschriebene Problematik im Detail erfahren, als auch bemerkenswerte Lösungsansätze erarbeitet (vgl. Kap. 10.2).

### **Anbieter und Entscheider**

Die folgenreichsten Probleme entstehen an der Barriere in der Mitte der Wertschöpfungskette, also dort wo nach einer Abfolge von Entwurfsüberlegungen planerische Festlegungen die Voraussetzung für den oben beschriebenen zweiten Markteintritt bilden. Informationstechnisch gesehen ist das der bekannte Wechsel von grafischen Entwurfsdarstellungen in alpha-numerische Leistungsverzeichnisse - mit den nach entsprechendem Rechtshintergrund (VOB / VOL / BGB / EU-Recht) geregeltem Herbeiführen von Bauverträgen und schließlich deren Umsetzung in physische Bauleistungen. Durch die vorangegangenen Erschwernisse für das Auffinden erfolgskritischer Eigenschaften der geplanten Objekte wird nun die eigentliche Vergabeentscheidung in einen viel zu engen Rahmen gezwungen. Der Preis für angebotene Bauleistungen wird zum alles überstrahlenden Entscheidungskriterium. Qualitative Vorteile und vor allem wirtschaftliche Vorteile in den Betriebsprozessen sind dann im Entscheidungsprozess zu wenig greifbar und haben damit nur selten Gewicht.

Es resultiert eine Art Preisdiktat in der Vergabe, besonders dann, wenn in kritischen Zeiten durch den immer schon an Preisen ausgerichteten Einkauf der geringstmögliche Preis mit der wirtschaftlichsten Lösung gleichgesetzt wird. Überhaupt sind Einkaufsprozesse der neuralgische Punkt für jegliche Lebenszyklusorientierung. In Kap.4.6 wird der Einkauf von Bauleistungen in Verbindung mit dem in der Wertschöpfungsstufe folgenden Einkauf von Serviceleistungen als Verkettung von „Gelenkschnittstellen“ dargestellt und damit ein Weg aufgezeigt, der aus solchen Fällen herausführen kann.

### **Partnerschaftsformen und Performance-Wettbewerb**

Für die wünschbare Durchgängigkeit von der Produktentwicklung bis zum erfolgreichen Nutzungs- und Betriebsprozess ist es erforderlich, dass die Beteiligten innerhalb aller drei Wertschöpfungsstufen in enge Kommunikationsprozesse eintreten. Das bedeutet

zugleich eine Überwindung bisheriger Abschottungen und ein Eintreten in Partnerschaftsformen – das sind im Idealfall Wertschöpfungspartnerschaften – und zugleich die Bereitschaft zu veränderten Formen des Wettbewerbes, die nun am letztlich messbaren Erfolg der gekauften und verwendeten Produkte überprüft werden. Einen derartigen Wettbewerb nennen wir Performance-Wettbewerb<sup>42</sup>.

### 4.3 Immobilienwirtschaftliche Wertschöpfungskette

Die immobilienwirtschaftliche Wertschöpfung hat ihre Grundlage im Wert von Grundstücken. Im Rechtssinne sind Grundstücke gemäß §§ 94 ff. BGB körperliche Einheiten aus physisch begrenzten Teilen der Erdoberfläche, im engeren definiert durch die Aufteilungen des Liegenschaftskatasters und von dorthin räumlich bestimmt durch physische Teile unter der Erdoberfläche und über der Erdoberfläche. Zum Grundstück gehören also Gebäude, Baulichkeiten wie Brücken, Mauern, Straßen, aber auch die Erzeugnisse des Grund und Bodens, wie Bäume, Sträucher u. dgl. Außerdem werden ideelle Bestandteile wie Eigentumsrechte, Grunddienstbarkeiten, u. dgl. hinzugezählt. Umgangssprachlich hat sich anstelle dieses rechtswirksamen Grundstücksbegriffs die Bezeichnung „Immobilien“ eingeführt. Immobilien sind also zu unterscheiden von der bauwirtschaftlichen Bestimmung „Bauwerk“ (Abb. 4-7). In den weiteren Ausführungen wird in diesem Sinne nur noch die Bezeichnung Immobilie verwendet. Für die Darstellung der Wertschöpfungsketten ist folglich der Wertunterschied zwischen einem Grundstück im Sinne der Liegenschaftsabgrenzung (Grundstück im natürlichen bzw. Kataster-technischen Sinne) mit seinem Wert abzugrenzen von dem Sachwert der mit dem Grundstück verbundenen Gebäude und Anlagen. Die daraus entspringende Parallelität von Verkehrswert und Buchwert einer Immobilie liefert in der ersten Wertschöpfungsstufe der immobilienwirtschaftlichen Kette eine ganz und gar andere Ausgangsposition als in der zuvor beschriebenen technologischen Kette. Das ist leicht einsichtig, wenn man die Aktivität von Projektentwicklern betrachtet. Ihr Interesse ist die Vermehrung des Verkehrswertes einer Immobilie, sei sie unbebaut oder bebaut. Das wird deutlich, wenn man in der dritten Wertschöpfungsstufe den Erfolg einer Immobilie nach dem deutschen Immobilienindex DIX als „Immobilien-Performance“<sup>43</sup> auf die zwei möglichen Renditeziele bezieht, die auch im realen Bewirtschaften messbar und überprüfbar sind:

---

<sup>42</sup> Vgl. Balck (2008)

<sup>43</sup> Die ausschließlich immobilienwirtschaftlich definierte Messgröße „Immobilien-Performance“ enthält indirekt auch die Messgröße „Bewirtschaftungskosten“. Mit der Einführung der überwiegend qualitativ ausgerichteten Nachhaltigkeitsbewertung in Zertifizierungssystemen, wie zum Beispiel im DGNB-Bewertungssystem, sind zurzeit konkurrierende, nur teilw. sich ergänzende Performance-Beurteilungen erforderlich. Es ist eine Zukunftsaufgabe, beide Bewertungsansätze sowohl für Einzelimmobilien als auch Immobilienbestände zusammen zu führen.

- Die netto Cashflow Rendite, resultierend aus den laufenden Miet-, Pachteinahmen.
- Die Wertänderungsrendite, resultierend aus dem lageabhängigen Vermarktungserfolg.

Immobilienwirtschaftliche Investitionen bedienen vorrangig die Kapitalgeber mit Ausrichtung auf wirtschaftlichen Renditeerfolg. Aber auch wenn der Ausgangspunkt immobilienwirtschaftlicher Ketten in den ortsabhängigen Verkehrswerten der Grundstücke verankert ist, ist die komplette technologische Kette die tragende Schicht. Die aktuelle Finanzkrise hat ein Begriffspaar geboren, das sich auch für diesen Sachverhalt eignet: die technologische Kette ist gleichsam die realwirtschaftliche Grundlage zu der finanzwirtschaftlichen Überlagerung aus der Immobilienökonomie. Das hat methodische Konsequenzen für den Lebenszyklusansatz. Zusätzlich zu den technologisch-bauwirtschaftlichen Erfolgsdefinitionen kommt eine immobilienwirtschaftliche Bewertung hinzu. Unmittelbar greifbar wird diese Überlagerung an der Anwendung der Kostenbegriffe, die entweder nur technologisch-bauwirtschaftlich oder nur immobilienwirtschaftlich definiert sind.

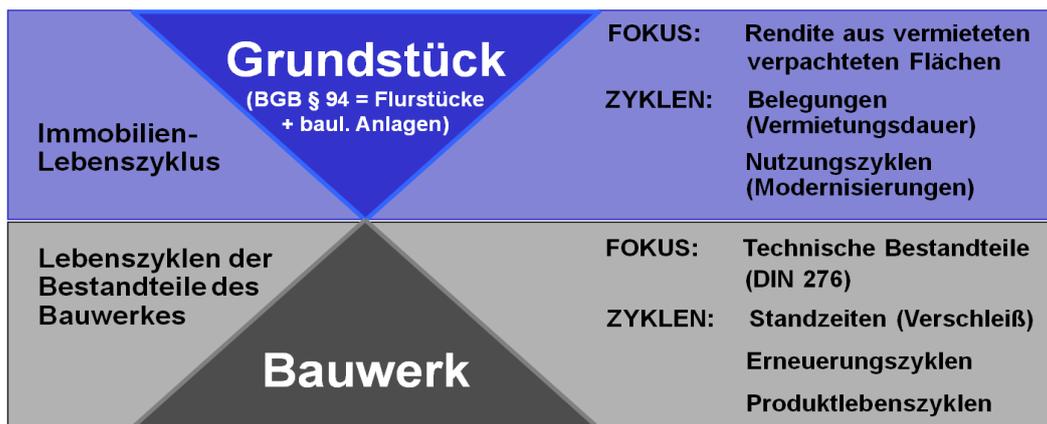


Abb. 4-7: Unterscheidung von Grundstücksbegriff und Bauwerksbegriff - immobilienwirtschaftliche und bauwirtschaftliche Lebenszyklusansätze

Je konsequenter die technologische Wertschöpfungskette durch immobilienwirtschaftliche Ausrichtungen überlagert wird, umso gravierender verändert sich das System der mit Ausschreibungen und Vergabeprozessen verbundenen Markteintrittsstufen. Die für technologische Ketten typische dreistufige Folge – Einbindung von Planungspartnern – Einbindung von Ausführungspartnern – Einbindung von Servicepartnern – verändert sich in den immobilienwirtschaftlichen Verfahrensketten:

Durch die Auswahl eines Generalunternehmers (GU) im Anschluss an eine vorausgegangene Phase der Projektentwicklung wird die für technologische Ketten typische gewerkeorientierte Ausschreibung und Vergabe auf den GU verlagert. Er verwendet

nun aus seiner Sicht vereinfachte Vergabeprozesse, in denen Produkthanbieter und Ausführende Firmen als Zulieferer eingesetzt werden.

Im Zuge aktueller Outsourcingstrategien hat sich das Assetmanagement von traditionellen Aufgaben der Hausverwaltung getrennt. Im Ergebnis teilen sich nun externe Property Management-Firmen mit zugehörigen oder separat beauftragten Firmen für Facility Management die Aufgaben des Betriebens und Bewirtschaftens. Auch hier ist eine übliche Vergabe nach Einzelgewerken eher die Ausnahme. Bevorzugt werden Servicegeneralunternehmer.

In den weiteren Ausführungen wird im Detail dargelegt, dass mit der Aggregation der Ausschreibungs- und Vergabeinhalte nicht nur die Risiken von Lebenszyklusorientierung auf ein hohes Maß ansteigen, sondern auch technologische Chancen für das Hervorbringen innovativer baulicher Lösungen erschweren oder gar verhindern. Das zeigen uns auch die mit den industriellen Forschungspartnern durchgeführten Interviews und parallel zum Forschungsvorhaben durchgeführte erste Anwendungen lebenszyklusorientierter Ausschreibungen und Vergaben auf der Basis von Einzelgewerken.

Erkennbar sind sowohl Chancen für ein höheres Maß an durchgängiger Wirtschaftlichkeit in allen Wertschöpfungsstufen. Es zeigen sich aber auch sehr ernst zu nehmende Gefahren für die Verhinderung von Lebenszyklusorientierung. So haben BOT- / PPP-Projekte in den letzten drei Jahren mit einer ungewöhnlichen Entwicklungsgeschwindigkeit ein beachtenswertes Niveau an lebenszyklusbezogener Integration erreicht. Demgegenüber sind traditionelle technologisch ausgerichtete Verfahrensketten in ihrer Entwicklung eher stehen geblieben. Aus diesem Missverhältnis erwachsen aber viele und vielschichtige Probleme und Konflikte, die überwunden werden müssen. Aus der analysierten aktuellen Literatur, den Diskussionen mit den Forschungspartnern und Erfahrungen in den zuvor genannten Pilotprojekten lassen sich folgende strategische Richtungen für die weitere Know-how-Entwicklung ableiten:

Ausschreibungsverfahren für Bauleistungen und Serviceleistungen müssen im Hinblick auf die Förderung und Nutzbarmachung technologischer Innovationen in der traditionellen technologisch-bauwirtschaftlichen Wertschöpfungskette weiter entwickelt werden.

Generalunternehmerorientierte Ausschreibungen und Vergabeverfahren können durch konsequente Lebenszyklusorientierung herkömmliche Probleme der Qualitätssicherung nicht nur überwinden, sondern durch Einführung begleitender Methoden der Performancemessung auch ein insgesamt höheres Qualitätsniveau erreichen. Ansätze dazu werden in Kap. 8.1.4 dargelegt.

### **Erfolg einer Immobilie – Bestimmung in der immobilienwirtschaftlichen Wertschöpfungskette**

Die Quelle immobilienwirtschaftlicher Wertschöpfung ist der Grund und Boden, also der Standort von Bauwerken. Hier ist das Objekt der Wertschöpfung nicht das Technische Bauwerk, sondern dessen Verbundenheit mit einem Stück Grund und Boden. Die zugehörigen Wertbegriffe sind in den deutschen und internationalen Verfahren der Immobilienbewertung fest gelegt. Das ist der „Verkehrswert“ gemäß ImmoWertV bzw. Marktwert (Market Value). Die darauf gegründete Verwertungssicht und Durchführung von Vermarktungsprozessen bedingt eine eigene Definition für den immobilienwirtschaftlichen Erfolg – z.B. darstellbar durch die Immobilienperformance nach dem deutschen Immobilienindex DIX (Cashflow Rendite + Wertänderungsrendite). Vom Investor wird somit eine subtile Unterscheidung und ein Abgleich verlangt, um sowohl den erwarteten nutzerbezogenen Bauwerkserfolg als auch den renditebezogenen Immobilienerfolg gleichermaßen zur Grundlage seiner Investitionsentscheidung machen zu können.

### **4.4 Service-Wertschöpfung**

In der dritten Wertschöpfungsstufe der zuvor betrachteten technologischen und immobilienwirtschaftlichen Wertschöpfungsketten treten erstmalig Dienstleistungen des Betreibens, Veränderns und Modernisierens und darüber hinaus infrastrukturelle Services auf, die allesamt die Prozesse der Nutzer unterstützen. Außerdem kommen immobilienwirtschaftliche Verwaltungsprozesse hinzu, die sich mit diesen nutzerbezogenen Serviceprozessen verbinden. Die Tatsache, dass Dienstleistungen die Nutzer von Bauwerken unterstützen ist ein alter Sachverhalt. Immer schon wurden Bauwerke instand gehalten. Mit zunehmender Industrialisierung sind mit ansteigender technologischer Komplexität Ansprüche und berufliche Anforderungen an den Betrieb der errichteten Anlagen gestiegen. Eine Konsequenz ist die Einführung neuer Managementformen wie das Gebäudemanagement und das Facility Management. Mit diesen Managementansätzen ist ein Integrationsprozess verbunden, der für die Lebenszyklusorientierung von Bauleistungen eine neue Plattform für Integrationsmöglichkeiten geschaffen hat:

Die Organisation integrierter Serviceprozesse im Betreiben, wie auch in der Veränderung von Bausubstanz durch Anpassung an sich veränderte Nutzungen führt durch die Einführung von CAFM-Software zu einer Transparenz von Prozessen und Daten, die zahlreiche Rückschlüsse auf die Qualität der eingebauten Produkte und insgesamt auf die geplanten Bauwerke erschließt. Dieser Ansatz wurde mit dem Forschungspartner DB Station & Service überdeutlich. U.a. konnten durch Auswertungen von Betreiberdaten Rückschlüsse auf Lebenszykluskosten geschlossen werden.

Die organisatorische Koppelung von Betreiberorganisation und Bauherrenorganisation ist durch die traditionellen Barrieren in den beschriebenen Wertschöpfungsketten nicht möglich gewesen. Das ändert sich jetzt durch Einführung von Facility Management, insbesondere durch deren immobilienwirtschaftliche Ausrichtung.

Die Koppelung von der Ausschreibung / Vergabe von Bauleistungen mit der Ausschreibung / Vergabe von Serviceleistungen ist eine Konsequenz dieser organisatorischen Verbindung.

### **Serviceerfolg als Bedingung und Erweiterung der Erfolgsbeurteilung von Bauwerken und Immobilien – Bestimmung in der servicewirtschaftlichen Wertschöpfungskette**

Der Erfolg eines Bauwerkes kann, wie zuvor ausgeführt wurde, an dem Erfüllungsgrad vorgegebener Kriterien gemessen werden. Der Grad der Zufriedenheit, der z.B. als Ergebnis von Nutzerbefragungen und Betreiberbefragungen ermittelt wird, ist aber nicht ausschließlich von den Eigenschaften des Bauwerkes abhängig. Der größte Teil aller Folgekosten, die nach Fertigstellung eines Bauwerkes bzw. einer Immobilie regelmäßig und unregelmäßig anfallen sind Kosten von Serviceleistungen. Der Erfolg solcher Leistungen wie zum Beispiel Sauberkeit, Zuverlässigkeit, Störungsfreiheit, und der gleichen sind immer auch ein Spiegelbild der Qualität des errichteten Bauwerkes bzw. der darin verbauten Konstruktionen, Anlagen und Bauteile. Es gibt aber auch umfangreiche Serviceprozesse, die nicht unmittelbar mit den Eigenschaften von Bauwerken verbunden sind. Dazu gehört ein großer Teil der Infrastrukturellen Services, wie sie in der DIN 32736 Gebäudemanagement unter „Infrastrukturellem Gebäudemanagement“ zusammengefasst sind. So sind z.B. Dienstleistungen wie Empfang, Sicherheit, Immobilieninterne gastronomische Leistungen oder Hotelfunktionen auch für den Immobilienerfolg ein oft erfolgskritischer Zusatznutzen von Immobilienentwicklungen und der nachfolgenden Bewirtschaftungsphase<sup>44</sup>.

---

<sup>44</sup> Mit der Etablierung der Leistungsbereiche Gebäudemanagement bzw. Facility Management hat sich daraus zunehmend eine Doppelstrategie für das Bauen entwickelt: (1) Qualitäts- und Effizienzkonzepte für Bauwerke und deren Bestandteile. Deren Erfolg wird durch Kriterien und Messvorschriften ermittelt, die unmittelbar an die Eigenschaften der errichteten Objekte geknüpft sind. (2) In Verbindung mit Dienstleistungen, die nicht unmittelbar an Bauwerkseigenschaften geknüpft sind (z.B. Reinigung, Wartung, Entstörung), die also zu den Infrastrukturellen Services gehören, kann die Bewirtschaftung von Immobilien im Zuge einer immobilienwirtschaftlichen Strategie auch die Immobilien-Performance (z.B. nach dem Deutschen Immobilienindex DIX) positiv beeinflussen.

## 4.5 Das Projekt- Zielsystem in Wertschöpfungsketten

### 4.5.1 Herkömmliches Zielsystem in Bauprojekten

Fragen wir nach dem Erfolg, der durch die Planung und Errichtung eines Gebäudes herbeigeführt werden soll, dann halten wir es für zeitgemäß, dies in den anerkannten Kategorien des Projektmanagements zu definieren: Qualität / Investitionskosten / Termine. In der heute gängigen Praxis sind diese Ziele nicht nur weithin anerkannt, sie wurden auch im Vollzug mit einem System ausgefeilter Regularien überprüfbar gemacht (Techniken der Projektsteuerung, VOB, Abnahmeverfahren, u. dgl.). Durch Übernahme von Methoden des industriellen Qualitätsmanagement hat dieses Rüstzeug in jüngster Zeit zudem ein hohes Niveau erreicht.

Betrachten wir dieses Grundmuster wirtschaftlichen Handelns aus der Sicht des Facility Management und Immobilienmanagement, so erkennen wir einen ebenso bekannten wie ignorierten Widerspruch: Die gültigen Erfolgskriterien des Planens und Bauens sind auf eine Punktlandung ausgerichtet - auf die abstrakte Definition eines Werkes, das nur im Geburtszustand betrachtet wird. An diesem Punkt enden alle Anstrengungen von Planern und ausführenden Firmen. Mit der berühmten „Schlüsselübergabe“ endet aber nicht nur ein Geschäftsverhältnis, es erlischt auch nahezu alles Engagement der Gestalter und Errichter. Anschließend sind Bauherren und die nun neu auf den Plan tretenden Betreiber und Bewirtschafter auf sich alleine gestellt. Das ist scheinbar richtig so, wenn alles ordnungsgemäß verlaufen ist. Das geschuldete Werk ist erbracht und die Beteiligten hatten Erfolg. Doch spätestens nach der Inbetriebnahme beginnt die risikoreiche Gewährleistungsphase und damit der Anfang der eigentlichen Lebensgeschichte eines Bauwerkes.

Es sind aber nicht nur die Startschwierigkeiten, die die Übernahme eines solchen Werkes durch Nutzer, Betreiber und Dienstleister erschweren. In unserer Zeit ständigen Wandels ist auch das Gebäude zahlreichen Anpassungen und Erneuerungen unterworfen. Wer in Werkstätten und Serviceteams tagtäglich Anlagen und Baukonstruktionen überwacht, entstört, inspiziert, wartet und instand setzt und darüber hinaus Umzüge und Umbauten verwirklicht, wer in den zugehörigen kaufmännischen Prozessen Verträge und Aufträge abwickelt und immer wieder Verantwortung für „laufende Kosten“ tragen muss, müsste die Urheber der ihnen verfügbar gemachten Bauwerke kritisieren:

- Vieles von dem, was geplant und gebaut wurde, funktioniert - aber nicht so wie es gebraucht wird. Der wirkliche Bedarf wurde nicht gründlich ermittelt und es blieb unbeachtet, dass sich der reale Bedarf ständig wandelt.
- Viele der in Betrieb genommenen Anlagen funktionieren nicht zufriedenstellend. Gebrauchsmängel und Störungen senken die Produktivität.

- Nutzer und Mieter sind Opfer einer „betonierten Unwirtschaftlichkeit“. Irreversibel hohe Bewirtschaftungskosten beeinträchtigen nachhaltig die Wettbewerbsfähigkeit.

Tatsächlich gibt es solche Kritik in vielfältiger Weise bei Kaufleuten und Betreibern – aber nur mündlich. Diese Botschaft wird bis heute in der Berufspraxis der Planer und Baufirmen nicht gehört. Offenkundig klafft eine Lücke zwischen dem Verständnis derjenigen, die vermeintlich „einen Erfolg herbeigeführt haben“ und denjenigen, die mit diesen Ergebnissen nur teilweise oder gar nicht erfolgreich sind. Das Problem wird durchsichtig, wenn man diese zweierlei Art von Erfolg im Prozesszusammenhang betrachtet. Der Erfolg der Eigentümer, Nutzer und Betreiber eines Bauwerkes ereignet sich (oder ereignet sich nicht) in Prozessen, die mit dem Prozess des Hervorbringens nur eines gemeinsam haben: die Übergabe des Werkes. Wie in einem Staffellauf ist der Gesamterfolg der Prozesskette aber von der gegläckten Verzahnung aller Einzelprozesse abhängig. Eben dies verhindert jedoch unser seit langem etabliertes Branchenmuster des Bauens.

### **4.5.2 Projekt-Zielsystem im LifeCycle Projektmanagement**

Betrachten wir die Lebenszyklusperspektive einer Immobilie, dann ist unschwer erkennbar, dass hinter dem magischen Dreieck des Projektmanagement ein weiteres Zielsystem mit der gleichen inneren Logik Geltung beansprucht - und zwar nicht nur in der Nutzungs- und Betriebsphase, sondern bereits von Anfang an in der gesamten Projektphase (vgl. Abb. 1-1). Die Investitionskosten (DIN 276) werden verknüpft mit den Nutzungskosten (DIN 18960). Beide Kostenaspekte verbinden sich in der Perspektive der Lebenszykluskosten.

- Zu der projektbezogenen Qualität (Abnahmequalität) gehört ein Spektrum unterschiedlicher Qualitätsaspekte im Verlauf des Nutzungs- und Betriebsprozesses (z.B. Zuverlässigkeit, Sicherheit, Nachrüstfähigkeit, Umbaufähigkeit, Entsorgungsmöglichkeiten, u. dgl.).
- Zu dem Zeitziel Termine gehören zahlreiche weitere Zeitziele: Verfügbarkeit, Reaktionszeiten bei Störfällen, Ausfallzeiten, Durchlaufzeiten bei Serviceprozessen u. dgl.

### **Zielsystem der Nachhaltigkeit und LifeCycle Projektmanagement**

Dieses erweiterte Zielsystem für Bauprojekte beinhaltet auch die Ziele der Nachhaltigkeit, wie sie in der UNO-Konferenz in Rio 1992 festgelegt wurden – als Zielverbund aus

Ökonomie – Ökologie und sozialen Zielen<sup>45</sup>. Weltweit wird mit der Einführung der Kriteriensysteme der nationalen Chapter des World Green Building Council<sup>46</sup> das Investieren in Bauwerke und Immobilien danach neu ausgerichtet. Investoren und Eigentümer haben den Megatrend „Nachhaltigkeit“ als Erfolgsfaktor entdeckt. Sie geben Architekten und beteiligten Ingenieuren Qualitäts- und Wirtschaftlichkeitsziele vor, die einen Detaillierungsgrad verlangen, der in der heutigen Planungspraxis ungewohnt ist. Das erfordert erweiterte Leistungen der Projektsteuerung mit Wissen über die Erfolgsfaktoren nachhaltigen Bauens. Als Entscheidungsvorbereitung werden lebenszyklusorientierte Zielsysteme und Pflichtenhefte eingesetzt.

Die Beachtung von Nachhaltigkeitszielen, deren Zwischenprüfung in den Entwurfsphasen und die anschließende Ausrichtung aller Projektphasen auf die Erfolgskontrolle nach der Fertigstellung eines Bauwerkes erfordert die Reform des Projektmanagement. Die traditionelle Begrenzung von Projektsteuerungsleistungen auf Investitionskosten und geschuldete Abnahmequalitäten reicht nicht mehr aus. Notwendig ist jetzt ein am Lebenszyklusansatz ausgerichtetes LifeCycle-Projektmanagement<sup>47</sup>. Bauherrn eigengenutzter Immobilien erkennen zunehmend den Vorteil der Imageverbesserung, wenn sie in nachhaltige Bauprodukte, Baukonstruktionen und Technische Anlagen investieren.

### Zertifizierungen

Vor 10 Jahren entstand die Leitlinie Nachhaltiges Bauen des Bundes (BBR / BMVBS) als Fundament einer sich erneuernden Planungspraxis und zugleich Ausgangspunkt intensiver Forschungsaktivitäten.<sup>48</sup> Vor 2 Jahren begann deren konsequente Umsetzung in das Bewertungssystem des Deutschen Gütesiegels Nachhaltiges Bauen (DGNB) und Ende 2009 deren Übertragung in das Bewertungsmodell BNB (Bewertung Nachhaltiges Bauen) für Bauten der Öffentlichen Hand. Parallel sind nationale (z.B. TÜV SCoRE) und internationale Zertifizierungssysteme auf dem Vormarsch, besonders das US-System LEED für Bürogebäude und das englische BREEAM für Einzelhandelsobjekte.

Bemerkenswert ist die Akzeptanz höherer Investitionskosten für die Verbesserung der Energie- und Gebäudeeffizienz. Die Green Building Zertifizierung ist von der Beantwortung einiger Schlüsselfragen abhängig:

---

<sup>45</sup> Ergebnisse, Weltgipfel Rio de Janeiro, 1992 vgl. [www.nachhaltigkeit.info/artikel/weltgipfel\\_rio\\_de\\_janeiro\\_1992](http://www.nachhaltigkeit.info/artikel/weltgipfel_rio_de_janeiro_1992)

<sup>46</sup> Vgl. [www.worldgbc.org](http://www.worldgbc.org)

<sup>47</sup> Mit „LifeCycle-Projektmanagement“ wird in dieser Untersuchung ein Ansatz bezeichnet, der parallel zu den Fachleistungen in allen Projektphasen der HOAI den Lebenszyklusansatz zur Bauherrenaufgabe macht – Vgl. Kapitel 8

<sup>48</sup> Balck (2010) Zertifizierungen, Transformieren das Bauen und Betreiben – in: FACILITY MANAGEMENT 5/2010

- Wie hoch sind die Amortisationszeiten für die Mehrkosten?
- Um wie viel reduzieren sich die jährlichen Betriebs- / Bewirtschaftungskosten?
- Ergibt sich aus Effizienzverbesserungen im Betrieb auch ein nennenswert erhöhter Immobilienwert?

Diese Fragen sind nur projektbezogen und in der Regel schwer beantwortbar. Es fehlen methodische Standards, Erfahrungswerte und spezifische Benchmarks. Der renommierte Wertermittler Birger Ehrenberg beurteilt den internationalen Gesamttrend positiv: Effizienz- und Qualitätsverbesserungen werden als Werttreiber gesehen und fließen derzeit in die Entwicklung neuer Wertermittlungsverfahren ein.<sup>49</sup> Es bleibt jedoch abzuwarten, was tatsächlich berechenbar und nachweisbar ist. Zudem muss sich auch herausstellen, welche Zertifizierungsstandards sich durchsetzen, oder ob am Ende eine Vielfalt von Bewertungssystemen den Markt bestimmen werden.

Bemerkenswert an der Verbreitung und Differenzierung von Gütesiegeln sind nicht nur die wachsende Akzeptanz im Marktgeschehen, sondern der damit tatsächlich in Gang gekommene, seit langem geforderte Wandel zu integralen Arbeitsformen in den Prozessen des Planens, Bauens und Betriebens. Im Auftrag fortschrittlicher Bauherrn und Investoren, die Nachhaltigkeit als Marktchance erkannt haben, verfolgen Architekten und Ingenieure mit erstaunlicher Bereitschaft Nachhaltigkeitsziele und planen im Lebenszyklusansatz.

### **Forderung: Betreiberwissen zu Planerwissen machen**

Das bedeutet vor allem eine konsequente Nutzung von innovativen Produkten und Lösungen. Die Strukturprobleme des eingespielten Marktgeschehens erschweren aber die Einbindung von Betreiber Know-how in das Investitionsgeschehen:

Betreiber werden selten eingebunden in das Projektgeschehen der HOAI-Phasen. Aber auch, wenn dies in Zusammenarbeit mit Architekten und Beratenden Ingenieuren geschieht, geraten sie häufig durch Vorgaben der Bauherren in der Ausschreibungs- und Vergabephase in eine Kostenfalle: die billigsten Bieter werden ausgewählt. Folgekosten und Qualitätsprobleme werden nicht beachtet.

Anbieter innovativer Bauprodukte können lebenszyklusorientierte Vorteile in herkömmlichen Planungs- und Vergabeprozess selten zur Geltung bringen. Sie scheitern immer wieder am reinen Preiswettbewerb.

Ausführende Firmen haben im Preiswettbewerb nur selten die Gelegenheit innovative Produktalternativen aufzuzeigen. Die herkömmliche Formel „oder gleichwertig“ bei der Vorgabe von Leitfabrikaten ist oft sogar kontraproduktiv, weil dann allein preislich günstigere Lösungen durchgesetzt werden. Am Ende sind der Bauherr, der Betreiber und

---

<sup>49</sup> ENA experts GmbH & Co Kg Real Estate Valuation, Mainz / Frankfurt

die Nutzer um eine gute, d.h. wirtschaftlich bessere Lösung betrogen. Aufgrund mangelnder Daten und Methoden sind aber die Konsequenzen bis heute nicht entscheidungsrelevant darstellbar.

### **Planung als Umkehrung der Wertschöpfungskette - ein methodisches Prinzip**

Die in den vorangegangenen Kapiteln dargelegten Veränderungen im Branchenmuster aus Immobilienwirtschaft, Bauwirtschaft und den damit verbundenen Servicebranchen generieren einen zunehmend differenzierten Ring von Anforderungen an das Investitionsgeschehen und erfordern eine grundlegende Umgestaltung aller zugehörigen und damit verbundenen Prozesse. Bis heute ist aber nur ein kleiner Teil der Baubeteiligten in der Lage, darauf angemessen zu reagieren. Bauherren, Architekten, Ingenieure und die klassischen Partner auf der Ausführungsseite sind in der Regel weit von dem zuvor beschriebenen Konzept der Systemführerschaft entfernt. Die Krise des Bauens und die Eigengesetzlichkeit der anlaufenden Veränderungen erlauben allerdings kein Aussitzen und keinen Aufschub. Je umfassender und tiefgreifender der technologische und wirtschaftliche Strukturwandel die Immobilie in ihren Sog zieht, je schneller müssen diese veralteten Strukturen überwunden werden.

Erforderlich ist ein komplexes Lernprogramm, in dem die Akteure in der 1. und 2. Wertschöpfungsstufe (Bauprodukte und Bauprojekte) von den Nutzern und Dienstleistern der 3. Wertschöpfungsstufe lernen:

- Projektbeteiligte im Bau- und Immobilienprojekt lernen von den Nutzern/ Mietern und Dienstleistern in der Nutzungsphase – durch einen Rücklauf des Wissens an den Investitions-Anfang (für künftige Um- und Neubauten) – (Abb. 4-8).
- Produktionsfirmen für Bauprodukte lernen von den Nutzern/ Mietern und Dienstleistern in der Nutzungsphase – durch einen Rücklauf des Wissens zu den Projektentwicklern (für künftige Varianten- oder Neuentwicklungen) – (Abb. 4-9).

Dieses Modell beinhaltet einen grundlegenden Wandel. Gleichsam im Gegenstromprinzip wird erfolgskritisches Wissen gewonnen und dann zur Grundlage von Entscheidungen, die alle den gleichen Fluchtpunkt haben - den Kundennutzen.

**Technologische Wertschöpfungskette des Bauens**  
 Erfolgskritisches Wissen für die Projektplanung aus dem Service

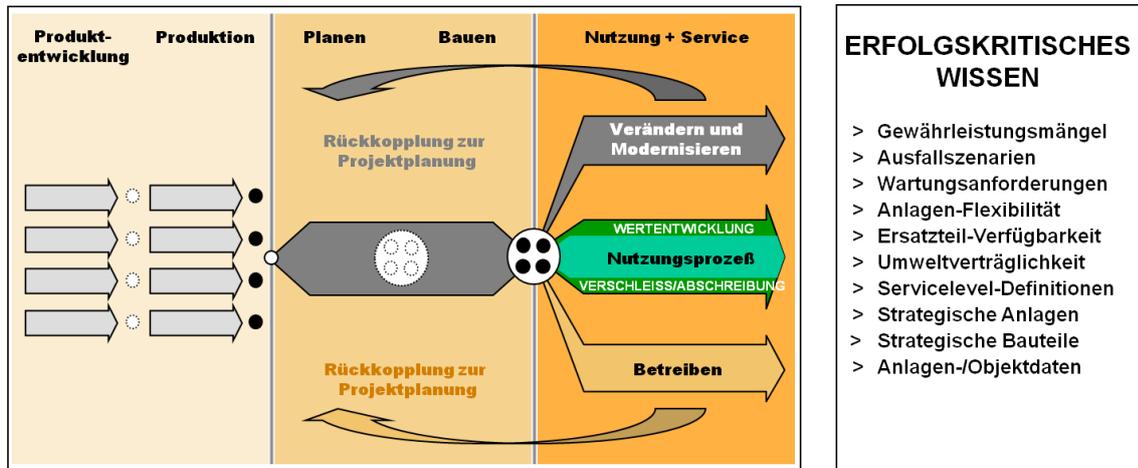


Abb. 4-8: Erfolgskritisches Wissen für die Projektplanung aus Nutzungs- und Serviceprozessen [© H. Balck]

**Technologische Wertschöpfungskette des Bauens**  
 Erfolgskritisches Wissen für die Produktentwicklung aus dem Service

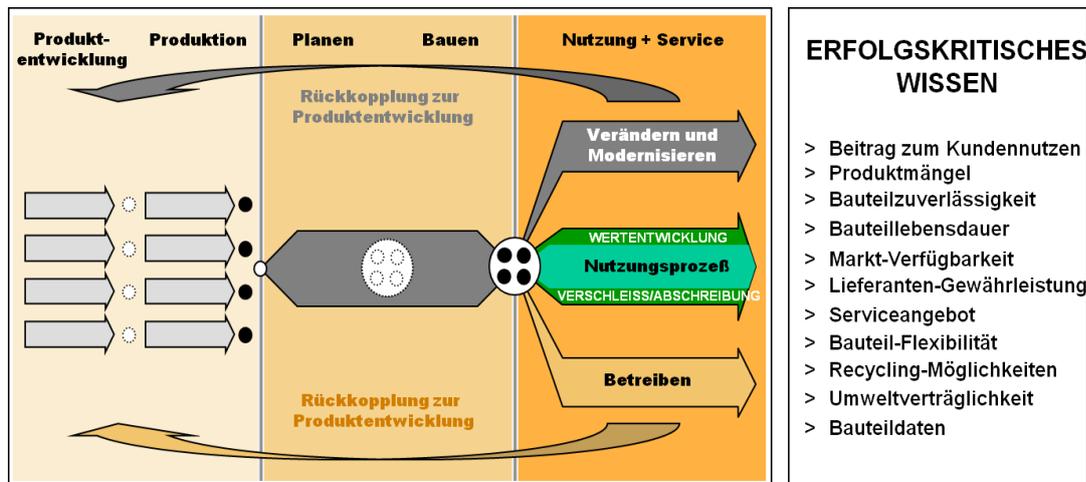


Abb. 4-9: Erfolgskritisches Wissen für die Produktentwicklung aus Nutzungs- und Serviceprozessen [© H. Balck]

**4.5.3 Integrale Erfolgsmessung**

Die in Kap. 4 dargestellten immobilienwirtschaftlichen Wertschöpfungsketten zeigen, dass die zweite Wertschöpfungsstufe - das Bauvorhaben - deckungsgleich zur technologischen Kette ist und dass in der 3. Stufe die Prozesse der technologischen Kette komplett enthalten sind. Dieser Sachverhalt ist in der immobilienökonomischen Theorie

bislang wenig untersucht worden. Lebenszyklusmanagement von Immobilien verlangt aber eine intensive Auseinandersetzung zwischen technologisch-bauwirtschaftlicher und immobilienwirtschaftlicher Sichtweise. Gesucht ist die Synthese aus zwei grundverschiedenen Konzepten des Performance-Measurement:

- Messung des Immobilienerfolges aus Sicht der anlageorientierten Rendite-Performance (z.B. nach dem Deutschen Immobilienindex DIX)
- Performance Messung des Bauwerks im Hinblick auf den Gebrauchswert aus Sicht des Nutzers bzw. die Betriebsfähigkeit aus Sicht des Betreibers.

LifeCycle Management verlangt die Überschreitung der üblichen Erfolgsdefinition gemäß Werkverträgen: es reicht nicht, ein Werk mängelfrei zu übergeben – der wahre Erfolg stellt sich erst ein, wenn innerhalb der Nutzungs- und Betriebsphase reale Bewirtschaftungskosten und messbare Nutzungsperformance den Investitionszielen auch entsprechen<sup>50</sup>. Nach Fertigstellung eines Bauvorhabens und Vorliegen eines Zertifikats erfahren die Projektbeteiligten, ob sie sich in der Außendarstellung damit identifizieren können oder nicht. Viel wichtiger aber sind die Folgen eines Zertifikats am Projektende für die Folgephasen des optimalen Betriebes und Bewirtschaftens. Denn im 1. und 2. Betriebsjahr geht es um weitere Erfolgskontrollen, die darauf aufsetzen müssen und letztlich durch die nachgewiesene, messbare Gebäude-Performance den eigentlichen Erfolg eines Bauprojektes ausmachen (Kap. 8.1.4).

### **Erfolgsbeurteilung nach dem DIX**

Die Erfolgsbeurteilung nach dem DIX gibt es seit Ende der 90er Jahre (vgl. Kap. 6.2.1). Sie ist schnell zu einem europäischen Standard geworden, muss aber mit der zuvor dargestellten Performance-Bewertung des Gebrauchswertes kombiniert werden. Erfolgsmessungen des Gebrauchswertes eines Gebäudes sind in Deutschland noch in den Anfängen – aber mit vielversprechenden Initiativen seit 2002 durch die Forschungsplattform „Runder Tisch Nachhaltiges Bauen“<sup>51</sup>, seit 2008 /2009 durch Zertifizierungen der Deutschen Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen DGNB<sup>52</sup> und aktuell durch das BNB-System für Bundesbauten (Bewertung Nachhaltiges Bauen) auf den Weg gebracht worden<sup>53</sup>.

---

<sup>50</sup> Die Forschungsergebnisse von Prof. Fisch und S. Plesser (IGS) haben verdeutlicht, dass Monitoring und Performancemessungen ein Muss im Management der Nachhaltigkeit sind (siehe [www.enob.info](http://www.enob.info)).

<sup>51</sup> Wegbereitend waren Forschungsarbeiten des BMVBS. Die Entwicklung des Kriteriensystems beruht auf koordinierter Grundlagenforschung. Eine erste Basis ist der 2001 veröffentlichte, bis heute wegweisende Leitfaden Nachhaltiges Bauen des BMVBS (s. Leitfaden (2001). In der Forschungsplattform „Runder Tisch Nachhaltiges Bauen“ wurden seit 2002 Ziele, Bewertungsmethoden, Kriterien und Indikatoren erarbeitet – vgl. Lützkendorf (2002) bis (2004)

<sup>52</sup> Vgl. Hegner (2007) / (2008) und Lützkendorf (2010)

<sup>53</sup> Vgl. BMVBS (2010) – Bekanntmachung v. 15.04.2010 Az.: B 13-8141.7/7, Berlin

**Forschungsproblem:**

**Verbinden von Zertifizierungsmethodik und lebenszyklusorientierten Beschaffungsanforderungen in immobilienwirtschaftlichen Investitionen**

Die Entscheidung, BNB-/ DGNB-Zertifizierungen in zwei voneinander getrennten und unabhängigen Bewertungen (5 Kriterien für das bauliche Objekt und eine Standortbewertung) durchzuführen, spiegelt grundverschiedene Werthaltungen in den Erfolgsvorstellungen von Immobilienwirtschaft und Bauwirtschaft – aber auch das Interesse, beide Welten stärker miteinander zu verbinden. Unbeantwortbar erscheint aber derzeit die Frage, welche Brückenschläge bis hinein in Detailentscheidungen für Konstruktionen und Anlagen möglich sind. In der weiteren Entwicklungsarbeit ist es zudem im Hinblick auf nachhaltige Beschaffungsentscheidungen wichtig, dass für verschiedenartige Nutzungsweisen unterschiedliche Zielsysteme und Anforderungsprofile dargestellt werden müssen.

Als Forschungsansatz werden vernetzte Pilotprojekte vorgeschlagen, die gleichermaßen den Performance-Erfolg und den methodologischen Erkenntnisgewinn anstreben. Dafür haben sich Projektorganisationen bewährt, die klassische Projektaufgaben mit Innovationsaufgaben verbinden. Beispielsweise kann dies geschehen, indem ein Bauherr zulässt, dass die beauftragten Planer, ausführende Firmen und Produktlieferanten durch ein Forschungsteam begleitet wird, das die Vorgehensweisen im Projektablauf und die erzielten Ergebnisse nicht nur beobachtet, sondern auch im Lebenszyklusansatz methodisch bewertet und durch lebenszyklusorientierte Verfahrensmuster und Rechenmodelle unterstützt<sup>54</sup>.

## **4.6 Beschaffung von Bauleistungen und Serviceleistungen - Gelenkschnittstellen in den Wertschöpfungsketten**

Ein Bauprojekt beginnt mit einer Bauaufgabe. Im Anschluss an die damit verbundene Bedarfs- und Standortplanung folgt die grobe Festlegung des Baukörpers und dessen Anordnung im Grundstück. Das sind zugleich Entscheidungen für die Größenordnung der zu erwartenden Investitionskosten – und, dies wird bis heute nur selten bedacht, für die Größenordnung der Folgekosten. Die Festlegung der Bauaufgabe und deren erste Bearbeitungsstufen enthalten unausweichlich Vorentscheidungen über Langzeitkosten und nachhaltig wirksame Qualitäten. Der im weiteren Planungs- und Bauprozess exponentiell abfallende Grad der Beeinflussbarkeit dieser Kosten und Qualitäten

---

<sup>54</sup> Eine alte Forderung der Konstruktionswissenschaft ist der „Methodologische Erkenntnisgewinn“ - vgl. Müller (1969). Um in konkreten Konstruktionsaufgaben bzw. Projektabwicklungen auf empirische Weise methodische Regeln und Abläufe zu ermitteln, muss in der Projektorganisation dafür eine strenge Aufteilung zwischen Durchführungsverantwortung und Forschungsbegleitung stattfinden. Dies ist auch ein Ansatz, der sich in der vorliegenden Untersuchung für Pilotierungsvorhaben anbietet.

ist allgemein bekannt. Vor diesem Hintergrund wird deswegen häufig argumentiert, man müsste die frühen Phasen der Planung (Vorentwurf / Entwurf) durch „Integrale Planung“ optimieren. Dieses Denkmuster ist in seinen Grundzügen unstrittig. Es wurde aber ursprünglich nur auf Investitionskosten und nicht auf Folgekosten bezogen. Sobald beide Kostenaspekte betrachtet werden, verläuft die Beeinflussbarkeit nicht mehr kontinuierlich, da die im Lebenszyklusansatz erweiterten Planungsvariablen im Planungsprozess in getrennten Bestimmungsstufen bearbeitet werden:

- Durch den Lebenszyklusansatz erweitern sich die Variablen der Planung auf allen Systemebenen durch Hinzunahme von Prozessen des Nutzens und Betriebens. Z.B. werden konstruktive Festlegungen einer Fassade ergänzt durch Simulationen der energetischen Prozesse in den Fassadenbauteilen und des übergreifenden thermodynamischen Verhaltens des Bauwerks und ggf. durch Simulationen von Tageslicht und Beleuchtung. Außerdem kommen Reinigungs- und Instandhaltungsprozesse von Fassadenbauteilen hinzu.
- Die Bearbeitung dieser erweiterten Inhalte erfolgt aber im Gang der Planungsarbeit nicht in allen Aspekten parallel und zudem in ungleichen Detaillierungsstufen. In der Vorentwurfsphase – das ist anerkannt die Phase mit der höchsten Stufe der Beeinflussbarkeit von Kosten – stehen Konstruktion und Gestaltung im Mittelpunkt. Die Entscheidung, welche Materialien eingesetzt werden, folgt im Zuge der Durcharbeitung bis zur Ausführungsplanung. Die Festlegung, welche Produkte verbaut werden, folgt letztlich im Ausschreibungs- und Vergabeprozess.
- Da Folgekosten wesentlich abhängen von Bauteileigenschaften (Nutzungsdauer und Bauteil-Prozesskosten) und Service-Kostentreibern, können diese Inhalte in vollem Umfang erst in den HOAI-Phasen Ausführungsplanung (Phase 5), Ausschreibung und Vergabe (Phase 6-7) zum Planungsgegenstand werden. Dadurch verlangt der Übergang von den Entwurfsphasen zur Ausführungsplanung / Ausschreibung einen Sprung: Der Einstieg in Bauteil-Informationen bedingt auch eine Ausrichtung der Planung auf damit einhergehendes Service-wissen und Marktinformationen über Produkt- bzw. Serviceanbieter

Durch die Koppelung von bauteilbezogenem erweitertem Wissen und dessen ablauforganisatorische Abgrenzung verlangt der Übergang von den Entwurfsphasen zur Ausführungsplanung / Ausschreibung einen Sprung in der verarbeiteten Informationsmenge.

Der Einstieg in Bauteil-Informationen ist aber auch Türöffner für einen weiteren Phasenübergang, da Bauteile wesentlich die Prozesse des Betriebens bestimmen: die Ausrichtung der Bauplanung auf Facility Services und damit einhergehende Marktinformationen über Produkt- bzw. Serviceanbieter. Am Ende stehen Entscheidungen für den Einsatz von Produkten bzw. der Anwendung von Produktionsverfahren. Da aber Produkteigenschaften Determinanten von Serviceprozessen sind – und alternative

Produkte sehr unterschiedlichen Serviceaufwand nach sich ziehen – resultiert je geplantem Bauteil ein marktabhängiges Potenzial, Folgekosten zu verringern. Diese methodische Konsequenz berührt aber eine fundamentale Planungs- und Ausschreibungsregel, nach der „produktneutral“ geplant und auszuschreiben ist und erst nach erfolgtem Wettbewerb Produktentscheidungen zulässig sind. Das wirft Fragen auf, die in weiteren Forschungsarbeiten untersucht werden müssen:

- Das industrielle Potential und die Prüfung der Eignung innovativer Lösungen und Produktalternativen mit Preisen, Leistungsmerkmalen und deren Auswirkungen auf Folgekosten kommen in den frühen Planungsphasen kaum in den Blick.
- Energieeffizienz, Belastungen für die Umwelt, insbesondere Recyclingfähigkeiten u.dgl. sind abhängig von der konkreten Entscheidung für Systeme und Produkte. System- und Produktinnovationen werden durch unzureichende Produktinformationen im Planungs- und Beschaffungsprozess nicht beachtet
- Erst mit der Entscheidung für konkrete Materialien, Bauprodukte, Industrieerzeugnisse und deren Konfiguration in ausgeführten Baukonstruktionen und Anlagen wird der tatsächliche Umfang der Folgekosten festgelegt. Das betrifft vor allem Aufwendungen für Entstörungen, Instandsetzungen, Wartungen, Reinigung und Pflege. Solches Wissen kommt zu spät – benötigt werden Prognosedaten für bauteilorientierte Folgekosten.

Der mit dem Ausschreibungs- und Vergabeprozess verbundene Übergang von Planungs- und Beratungsleistungen in das Marktgeschehen der Bauwirtschaft ist also im Hinblick auf Folgekosten und nachhaltige Qualitäten von strategischer Bedeutung.

### **Gelenkschnittstellen**

Ausschreibungen und Vergaben von Bauleistungen und anschließenden Serviceleistungen sind innerhalb der Wertschöpfungsketten Gelenkschnittstellen, denn Effektivität und Effizienz von Baukonstruktionen und Technischen Anlagen sind abhängig von den konkreten Eigenschaften der Bauwerk-Bestandteile, also von den eingebauten Produkten und deren Verbundwirkungen in den Prozessen des Nutzens und Betreibens.

Mit der Bezeichnung Gelenkschnittstellen werden Verbundwirkungen entlang einer mehrteiligen Phasenkette hervorgehoben. Dadurch werden Folgekosten und Qualitäten der Nachhaltigkeit in der Servicephase bereits in der Bauphase erkennbar. Das gilt besonders für die Kette der Beschaffungsprozesse. Die 1. Gelenkschnittstelle ist die Ausschreibung und Vergabe von Bauleistungen. Danach folgt die Phase der Bauausführung. Die 2. Gelenkschnittstelle ist die Ausschreibung und Vergabe von Serviceleistungen mit den anschließenden Sevicedurchführung. Veränderungen in der 1. Gelenkschnittstelle - z. B. die Auswahl energie- bzw. wartungsaufwendiger Billigprodukte - haben durchreichende Wirkungen in der zeitlich versetzten Gelenkschnittstelle in den

betrieblichen Dienstleistungen – mit je vorteilhaften oder nachteiligen Effekten bei den beteiligten Akteuren.

So wirken sich Ausschreibungs- und Vergabeentscheidungen für Bauleistungen (1.Gelenkschnittstelle) für höherwertige Produkte (oft mit Mehrkosten verbunden) vorteilhaft auf die gesamte Wertschöpfungskette von der Produktentwicklung bis zu den Nutzern und Betreibern aus. Umgekehrt sollen einseitige Vorteile weniger Akteure, wie sie z.B. im reinen Preiswettbewerb die Regel sind, durch einen konsequent lebenszyklusorientierten Ansatz verhindert werden. Dazu zählen insbesondere:

- Vermeintliche Vorteile auf Seiten der Bauherren, wenn sie Bau- oder Serviceleistungen zu nicht auskömmlichen Preisen einkaufen
- Einseitig wirtschaftliche Vorteile auf Seiten von Generalunternehmern, die Subunternehmerleistungen ausschließlich im Preisvergleich auswählen

In diesen Fällen sind oft fundamentale Qualitätsmängel / -risiken vorprogrammiert. Die zuvor angesprochenen Nachhaltigkeitsziele werden dann schlicht unrealistisch. Lebenszyklusmanagement verlangt, dass alle Phasen der Wertschöpfung im Zusammenhang gesehen werden. Im Anschluss an Ausschreibungsprozesse und Vergaben für Bauleistungen werden nicht nur die zugesicherten Eigenschaften des bestellten Werkes festgeschrieben. Es wird auch der Phasenübergang in die Nutzungs- und Serviceprozesse angelegt, also in die Beschaffung von Serviceleistungen (2.Gelenkschnittstelle), denn die in Ausführungsphasen eingebauten Produkte und deren Konfigurationen sind eine doppelte Vorbedingung für die daran sich knüpfenden Nutzungsprozesse und die daran gekoppelten Serviceprozesse

### **Koppelung der Beschaffungsprozesse für Bauleistungen und Serviceleistungen - ein Gebot der Nachhaltigkeit**

Die den Bauleistungen folgenden Serviceleistungen (Reinigungen, Wartungen, Instandsetzungen, u.a.) haben also in den Beschaffungsentscheidungen für Bauleistungen in aller Regel irreversible Voraussetzungen. Sie aber im Vorhinein mit zu bedenken, ist der eigentliche methodologische Kern eines lebenszyklusorientierten Beschaffungsprozesses. In der Konsequenz verbindet sich die Beschaffung von Bauprodukten mit der Beschaffung von Serviceleistungen in einer durchgängig geregelten Prozesskette.

Dann sind die 1. und 2. Gelenkschnittstelle „gelenkig“ verbunden und der bis heute im Marktgeschehen dominierende Strukturbruch wäre überwunden.<sup>55</sup>

Von der Ablauforganisation der Beschaffungsprozesse und der darin eingeflochtenen Entscheidungskompetenz hängt ab, ob Anlagen und Bauwerke entstehen, denen das Attribut „Nachhaltigkeit“ zukommt. Die Einführung des deutschen Zertifizierungssystems des BNB-/ DGNB werden veränderte Beschaffungsmodalitäten mit sich führen und dazu beitragen, das herkömmliche Bau- und Projektmanagement grundlegend umzugestalten (vgl. Kap. 8).

---

<sup>55</sup> Die bis heute in der Baupraxis weitgehend völlig getrennten Ausschreibungen und Vergaben von Bauleistungen (1. Gelenkschnittstelle) und die Ausschreibungen und Vergaben von Serviceleistungen (2. Gelenkschnittstelle) ist ein für den Lebenszyklusansatz hinderlicher Strukturbruch. Er kann überwunden werden durch die konsequente Ausrichtung von Bauleistungen in LV-Positionen auf Folgekosten und nachhaltige Qualitäten. Die anschließende Ausschreibung von Services, wie Wartungen, Reinigungen erfolgt danach in vereinfachter Form und auf höherem wirtschaftlichem und qualitativem Niveau.

## **5 Zeitbegriffe und Objektbegriffe im Lebenszyklusansatz**

Die erforderlichen Zeitbegriffe für den Lebenszyklusansatz können auf wenige Grundbegriffe zurückgeführt werden. Sie liefern eine geeignete Basis, um darauf aufbauende Lebenszykluskostenberechnungen und dazu ergänzende Bewertungen von Lebenszyklusqualitäten durchzuführen. Für unsere Zwecke interessieren Lebenszyklusbetrachtungen in den dargestellten drei Wertschöpfungsketten der Bau- und Anlagenwirtschaft, der Immobilienwirtschaft und eingebundener Dienstleistungsbranchen.

### **5.1 Zeitbegriffe der Akteure - Eigentümer / Nutzer / Betreiber im Lebenszyklusansatz**

Als methodischen Ankerpunkt wurden in der Darstellung der Wertschöpfungsketten die zielgebenden Akteure Eigentümer – Nutzer – Betreiber beschrieben. Betrachten wir zuerst deren Zeitperspektiven. Darin agieren die drei Akteure in der Nutzungsphase parallel, mit unterschiedlichen Interessen aber auch wechselseitigen Abhängigkeiten.

#### **Zeitbegriffe aus Eigentümersicht – z.B.:**

- Dauer des Eigentums
- Zyklen des Eigentümerwechsels
- Vertragslaufzeiten für Miete, Pacht u.dgl.
- Zyklen des Mieterwechsels
- Zeitabhängige Definitionen der Eigentümerrolle (Bauherr – Eigennutzer - Vermögensverantwortung – Vermieterrolle)

Die Eigentümerrolle tritt in allen Fällen immer dann in Erscheinung, wenn bei Umbauten und Instandsetzungen vorhandene Bausubstanz geändert oder neu errichtet wird oder wenn mobile Facilities ausgemustert, ersetzt oder neu beschafft werden. Der Eigentümer ist dann Entscheider über Anfang und Ende der Nutzungsdauer aller Bestandteile eines Bauwerkes bzw. einer Immobilie – also verantwortlich für deren Lebenszyklen.

#### **Zeitbegriffe aus Nutzersicht– z.B.:**

- Öffnungszeiten
- Belegungszeiten / Auslastungen
- Belegungszyklen
- Gesamtdauer der Nutzung von Anlagen, Einrichtungen
- Häufigkeiten der Nutzung in bestimmten Zeitintervallen
- Nutzungszyklen von Anlagen, Einrichtungen
- Zeitabhängige Definitionen der Nutzerrolle

#### **Zeitbegriffe aus Betreibersicht– z.B.:**

- Betriebszeiten von Anlagen
- Reaktionszeiten
- Dauer von Entstörungen / Instandsetzungen
- Wartungszyklen
- Zeitintervalle der Verfügbarkeit
- Zeitabhängige Definitionen der Betreiberrolle

Vielfältige Funktionen /Rollen generiert der Eigentümer in den zuvor angesprochenen Zeitmustern. Für alle drei Wertschöpfungsketten gilt: In der 2. Wertschöpfungsstufe (Projektphase) tritt der Eigentümer erstmalig auf den Plan – als Urheber der Bauwerke. Er ist der Entscheider für das Hervorbringen von Nutzungspotenzial. In dieser Phase nennen wir ihn oder eine von ihm damit beauftragte Rechtsperson „Bauherr“.

In der 3. Wertschöpfungsstufe (Nutzungs- und Betriebsphase) spaltet sich die Eigentümerrolle. In immobilienwirtschaftlichen Strukturen differenziert sie sich in die Vermögensverantwortung und die Vermieterrolle (Asset Management und Property Management). Bei eigen genutzten Objekten verschmilzt sie mit der Nutzerrolle.

## 5.2 Zeitbegriffe für Objekte und Produkte im Lebenszyklusansatz

Der Lebenszyklusansatz im nachhaltigen Bauen beruht auf objektbezogenen Zeitbegriffen. Im Mittelpunkt stehen operative Zeitbegriffe der Bestandsphase: die existenzielle Dauer als „Lebensdauer“ oder „Nutzungsdauer“ und dazu komplementär die „Erneuerung“. Diese Zeitbegriffe sind wesentliche Bestimmungsstücke für Lebenszyklen von Bauwerken und Bauwerkbestandteilen. Das Gegenstück sind Produkt-Lebenszyklen, die den marktbezogenen Rahmen für Ersatzbeschaffungen und Ersatzinvestitionen bilden.

### 5.2.1 Lebenszyklen

Mit dem Begriff „Lebenszyklus“ wird in der internationalen Fachwelt die Lebensdauer erweitert: durch die vorlaufende Phase der Erzeugung von Nutzungspotenzial und die am Ende einer Lebensdauer nachlaufende Phase der Potenzialrückführung. Das gilt gleichermaßen für Anschaffungs- und Bauobjekte – auf allen Hierarchieebenen dieser Systeme - wie für Produkte und deren Marktumfeld.

### **DEFINITION Lebenszyklus**

Der Lebenszyklus eines Objekts (Systems) ist dreiteilig. Nach der Entstehungsphase folgt die Bestandsphase und danach die Entsorgungs- bzw. Verwertungsphase.<sup>56</sup>

**Lebenszyklus =**

**Entstehungsphase + Bestandsphase + Verwertungsphase (Entsorgungsphase)**

Mit dieser zeitlichen Phasenkette lassen sich Detaillierungen vornehmen, die auf den Subsystem- und Bauteilebenen von Bauwerken bzw. mobilen Objekten die Verknüpfung mit Produkten eröffnen. Das Mittelglied „Bestandsphase“ besteht aus den Zeitintervallen „Lebensdauer“ bzw. Nutzungsdauer“. Deren Kenntnis – differenziert nach Systemebenen - liefert den Schlüssel zu wichtigen zeitbasierten Rechenmodellen im Lebenszyklusansatz.

Der Lebenszyklus von Baukonstruktionen (z.B. Fassaden), Technischen Anlagen (z.B. Raumluftechnik) und deren Bestandteile umfasst die gesamte Planungs-/ ggf. Entwicklungsphase, die Phase der Nutzung und die Verwertungsphase bis zu Verschrottung / Entsorgung.

Der Lebenszyklus von Produkten umfasst die gesamte Entwicklungsphase, die Phase der Marktverfügbarkeit und die Auslaufphase bis zu deren Ende

### **Lebenszyklen von Bauwerken und Bauwerksbestandteilen**

Das Verschleiß und Veralten eines Bauwerks und seiner Bestandteile definiert deren Lebensdauern. Sie haben von der oberen bis zu den unteren Hierarchieebenen eine Spreizung der Lebensdauern zwischen mehreren Hundert Jahren im Maximum und wenigen Jahren im Minimum. Der Fokus unserer Untersuchung sind die Bestandteile der Bauwerke. Deren Lebenszyklen sind überwiegend nutzungsorientiert. An deren Ende stehen Erneuerungen i.d.R. durch veränderte Anforderungen der Nutzer.

Lebenszyklen von Bauwerksbestandteilen können auch betreiberorientiert festgelegt sein. Das geschieht durch Beschädigungen (Brand, Unwetter, u.dgl.), durch sich verändernde gesetzliche Anforderungen, die zur Stilllegung und Erneuerung veralteter Anlagen führen, oder Verschleiß, Abnutzung, Alterung als Anstoß von Instandsetzungen. Ein aktuell immer wichtiger werdender Grund ist der Auftrag an Betreiber, die Energieeffizienz zu verbessern.

---

<sup>56</sup> In der VDI 2884 (2005) erfolgt die Grobgliederung der Lebenszyklusphasen in: vor der Nutzung – während der Nutzung – nach der Nutzung. In der VDMA 34160 (2006) erfolgt für die Grobgliederung die Einteilung der Lebenszyklusphasen in Entstehung – Betrieb – Verwertung. In der internationalen Norm ISO/FDIS 15686-5 (2007) für Life Cycle Cost (LCC) werden unterschieden: Construction – Operation / Maintenance – End of Life.

## Produkt-Lebenszyklen

Mit Produkt-Lebenszyklen verbindet sich in der Betriebswirtschaftslehre, besonders innerhalb des Marketing, ein umfangreiches Forschungs- und Wissensgebiet. Es ist bemerkenswert, dass hier über Jahrzehnte eine fachliche Ausrichtung entstanden ist, die im Hinblick auf Lebenszyklen von baubezogenen Nutzungs- und Betreiberobjekten bisher wenig Beachtung gefunden hat und nutzbar gemacht werden kann.<sup>57</sup>

Der im Marketing eingeführte Ansatz des Productlifecycle betrachtet ein Phasenmuster des Marktes – von der Produktidee, über die Markteinführung bis zum Ende der Marktverfügbarkeit. Daraus resultiert eine für alle langlebigen Güter typische Problematik. Immer dann, wenn die Nutzungsdauern (Bestandszeiten) von Bauteilen die Länge zugehöriger Produktlebenszyklen überschreiten, sind Ersatzteile oft nicht mehr verfügbar und Erweiterungen mit gleichen Produkten nicht mehr möglich. Der Zusammenhang von Bauwerksbestandteilen und deren objektbezogene Lebenszyklen stehen also in den Prozessen des Betriebes in engem Wechselverhältnis zu den Produkt-Lebenszyklen der jeweils verwendeten Einzelprodukte. Die Konsequenz von diesem Zusammenhang für Beschaffungsprozesse von Produkten hat unterschiedliche Ausprägungen in den verschiedenen Beschaffungsarten:

Bestandteile eines Bauwerkes werden realisiert durch Produkte. Produkte werden von Herstellern bzw. ausführenden Firmen in den Markt gebracht. Dies geschieht im Verlauf von Produkt-Lebenszyklen – und diese Zyklen ereignen sich im Hintergrund von Nutzung und Betrieb. Mit dem Zeitpunkt der Einkaufsentscheidung eines Produktes beginnt parallel zur Nutzungsdauer auch deren Weiterentwicklung. D.h. hinter den beschafften und verwendeten Produkten steht deren Entwicklungsdynamik innerhalb der Organisation der Produkthanbieter (Produktentwicklung), im Umfeld der Wettbewerbsteilnehmer und in der Entwicklung produktrelevanter Technologien.

Die Marktverfügbarkeit von Produkten, insbesondere von zugehörigen Ersatzteilen, ist eine Schnittstelle in der Instandhaltung entlang der gesamten technischen Lebensdauer / Nutzungsdauer einer Konstruktion, einer Anlage oder eines Bauteils. Umgekehrt sind Produktinnovationen – und damit das Veralten etablierter Produkte – ein Potenzial für Optimierungen. So muss nicht nur in den Planungsphasen von Bauvorhaben, sondern auch entlang von Erneuerungszyklen aufgrund des technologischen Veraltens von Bauteilen und Systemen immer geprüft werden, ob alternative Produkte im Hinblick auf Nutzbarkeit und Wirtschaftlichkeit bessere Alternativen sind<sup>58</sup>.

---

<sup>57</sup> Vgl. Höft (1992)

<sup>58</sup> z. B. befinden sich energetisch hocheffiziente Ventilatoren der EC-Technologie derzeit am Anfang der Phase der Marktverfügbarkeit und verdrängen eine Generation veralteter Ventilatoren, die durch ihren wesentlich höherem Energieverbrauch an Beschaffungsattraktivität verlieren und dadurch in die Auslaufphase eintreten

Bei der Gliederung von Bauwerken bis auf die Bauteil- und Komponentenebene tritt also ein weiterer Aspekt in den Blick, der nicht unmittelbar in der Nutzungs- und Betriebsphase der Bauobjekte ersichtlich ist. Grundlegend ist die bekannte Unterscheidung von Verschleiß / Abnutzung und Veralten. Beide Zeitaspekte vollziehen sich auf dem Zeitstrahl eines Lebenszyklusobjektes. Dieses Spannungsverhältnis zeigt sich aber in einem vorhandenen, genutzten und betriebenen Bauteil. Es wird durch die hintergründige Markt- und Technologiedynamik der Produktentwicklung erzeugt und erst sichtbar, wenn neue und gegenüber den im Bestand eingebauten Produkten auf der Bauteilebene gegenübergestellt werden.

### 5.2.2 Lebensdauer - Nutzungsdauer

In der Durchmusterung der anlagenwirtschaftlichen, bau- und immobilienwirtschaftlichen Zeitbestimmungen, die eine „Dauer“ beinhalten, finden sich durchweg verwandte Begriffe:

- Im Leitfaden für Nachhaltiges Bauen: Nutzungsdauer
- In der Anlagenbuchhaltung: Nutzungsdauer
- Im Bauwesen: Technische Lebensdauer
- In der Anlagenwirtschaft und vielen technischen Disziplinen: Technische Lebensdauer / Rechnerische Lebensdauer
- In der Instandhaltung von Werkzeugmaschinen: Standzeit<sup>59</sup>

Besonders in der Instandhaltungsmethodik des Maschinen- und Anlagenbaus hat sich eine umfangreiche Terminologie von Zeitbegriffen entwickelt, die im Bauwesen - abgesehen von Teilbereichen der Gebäudetechnik – bisher wenig Beachtung fand – aber für die Entwicklung des Lebenszyklusansatzes über alle Branchen hinweg eine solide Grundlage darstellt.<sup>60</sup> Im Mittelpunkt stehen Störungen und Fehlverhalten entlang von Bauteilbezogenen oder anlagenbezogenen Lebensdauern bzw. Nutzungsdauern. Softwaregestützt werden im Betrieb von Maschinen und Anlagen Zeitintervalle erfasst, wie die Dauer von Funktionsunterbrechungen, Zeiten der Verfügbarkeit, u.v.m. Dadurch können anlagenwirtschaftlich zeitbezogene Kosten und Qualitätsaspekte technischer Objekte ausgewertet werden.

---

<sup>59</sup> Der Begriff „Standzeit“ wird im Maschinenbau und in der Anlagentechnik teilweise in einer engeren Bedeutung verwendet. Bei Werkzeugmaschinen ist Standzeit die reine Schneidzeit bis ein spänendes Werkzeug (Drehmeißel, Bohrer u.dgl.) so stumpf geworden ist, dass es nachgeschliffen werden muss. Eine aufschlussreiche Anwendung maschinenbauorientierter Zeitanalysen haben Kohlmann und Heller am Beispiel industrieller Kreiselpumpen veröffentlicht –vgl. Kohlmann/Heller (2009)

<sup>60</sup> prEN 15341 Standard – Maintenance Key Performance Indicators (2008) und SMRP Metrics, Society for Maintenance & Reliability Professionals (2009)

Die Erfahrungen in Maschinenbau und Anlagentechnik können unmittelbar in den Fachgebieten der Gebäudetechnik angewendet und in analogen Entsprechungen auf Baukonstruktionen übertragen werden. In den in der Bauwirtschaft vorhandenen Regelwerken ist ein solches Vorgehen in Ansätzen bereits erkennbar, bedarf aber einer konsequenten Weiterführung. Synonym sind der allgemein gebräuchliche Ausdruck „Technische Lebensdauer“ und der in Regelwerken der Gebäudetechnik eingeführte Ausdruck „Rechnerische Lebensdauer“.<sup>61</sup> Solche Zeitwerte sind entweder historisch in der Kalenderzeit oder statistisch erfasst:

Die Begriffe Nutzungsdauer und Lebensdauer lassen sich danach unterscheiden, wie das damit festgelegte Zeitintervall bestimmt wird. Gemeinsam ist der Anfangspunkt in der Zeit: Er ist auch konstitutiv für die Definition und Planung eines Objektes. Ein Unterschied besteht in der Festlegung des Endpunktes:

- In Lebensdauer-Angaben ist dieses Ende ein Erwartungswert und beruht auf Erfahrungen von Haltbarkeit, Dauerhaftigkeit oder einer Einschätzung des Veraltens.
- Bei Nutzungsdauer-Angaben ist das Ende ein Zeitpunkt, der von einer Entscheidung abhängt: eine Instandsetzungs-, Sanierungs-, Modernisierungs- oder Umbauentscheidung.

Im Interesse einer einheitlichen Terminologie empfehlen wir durchgängig die Bezeichnung „Nutzungsdauer“, die auch im Leitfaden für Nachhaltiges Bauen und der verwendet wird.<sup>62</sup>

### **Technische Nutzungsdauer und wirtschaftliche Nutzungsdauer**

Dieser Zeitbegriff Nutzungsdauer kann technisch und wirtschaftlich definiert werden. Der betriebswirtschaftliche Terminus der Wirtschaftlichen Nutzungsdauer ist im Steuerrecht und Handelsrecht definiert und in den AfA-Tabellen als Grundlage zur Ermittlung jährlicher Abschreibungen nach Objektklassen differenziert.

Technische Nutzungsdauern haben das gleiche Anfangsdatum wie in der Anlagenbuchhaltung: das Anschaffungsdatum bzw. der dokumentierte Zeitpunkt einer Inbetriebnahme. Das Enddatum der technischen Nutzungsdauer fällt nur selten mit dem Ende der Abschreibung zusammen: der Zeitpunkt der Ausmusterung oder endgültigen Außerbetriebnahme. Die Technischen Nutzungsdauern werden anders als bei den

---

<sup>61</sup> Vgl. IFB.O.R. (2007) in einer Synopse „Technische Lebensdauern“ unterscheidet der Autor Prof. Dr. U. Bogenstätter technische Lebensdauern (TLD), wie sie in der Wertermittlung verwendet werden, von den Nutzungsdauern, die in „funktionaler oder wirtschaftlicher Hinsicht Kenntnis über situative Gegebenheiten erfordern“. In der Wertermittlung ist der BTE-Lebensdauer katalog verbreitet – vgl. BTE (2008). Die BTE-Arbeitsgruppe ermittelt statistische Auswertungen auf der Basis von Umfragen.

<sup>62</sup> Vgl. BMVBS (2010), Leitlinie Nachhaltiges Bauen,

wirtschaftlichen Nutzungsdauern selten in der Kalenderzeit dokumentiert. Eine genaue Festlegung enthält die VDI 2067<sup>63</sup>.

### **Ungenauigkeit vorhandener Nutzungsdauertabellen / Lebensdauertabellen**

Die Sammlung und statistische Erfassung von Erfahrungswerten bei Nutzungsdauern / Lebensdauern ist die einzige Grundlage, um Prognosen über die Nutzungserwartung geplanter Bauteile und die Restlebensdauer vorhandener Objekte zu machen. Dazu dienen die oben genannten Tabellen (Tabelle A 1 bis Tabelle A 2). Allerdings bedingen sie durch die notwendige Spreizung in von-bis-Werte auch ein hohes Maß an Ungenauigkeit in den darauf aufbauenden Ermittlungen und Berechnungen

Wenn Planer, Produkthanbieter und ausführende Firmen auf der Basis von lebenszyklusorientierten Ausschreibungen zu erwartende Folgekosten von Bauteilen / Produkten berechnen müssen, dann sind die verfügbaren Tabellen nur mit Vorbehalt anwendbar. Die groben und unscharfen Zeitwerte sind keine befriedigende Grundlage für die Berechnung von Lebenszykluskosten – weder für die Anbieterseite noch für die Nachfragerseite. Ein Lösungsansatz ist die vertraglich geregelte Langzeitverantwortung bei Beschaffungsprozessen: Anbieter von Produkten oder Bauleistungen sind gehalten, Gewährleistungsfristen und Garantiezeiten deutlich zu verlängern (vgl. 4-Säulen-Modell in Kap. 8.2). Ein weiterer Lösungsansatz ist die Sammlung und statistische Erfassung von Erfahrungswerten auf der Ebene von Bauteilen und Produkten. Nur auf dieser Basis lassen sich belastbare Prognosen über die Nutzungserwartung geplanter Bauteile und die Restlebensdauer vorhandener Objekte machen.

Die Auswertung von Nutzungsdauern / Lebensdauern mit Hilfe von Instandhaltungs- oder CAFM-Software ist eine bislang noch kaum genutzte Möglichkeit, um nutzerspezifisch valide statistische Daten bereitzustellen. Vgl. dazu die Auswertungen in Zusammenarbeit mit Kliniken und dem Forschungspartner DB Station & Service (Kap. 9.1). Da die DIN 276 nur dreistellig verfügbar ist, muss in der Praxis, insbesondere bei der Anwendung von Software, eine entsprechend tiefere Untergliederung mitgeführt werden, um mit den verfügbaren Tabellen der technischen Nutzungsdauer (Lebensdauer) einen Abgleich und damit auch eine Berechnungsgrundlage für Lebenszykluskosten zu schaffen. Die am Markt verfügbaren Tabellen geben in der Regel Differenzierungen auf der vierten, teilweise auf der fünften Gliederungsebene vor.

---

<sup>63</sup> Vgl. VDI 2067 (2000) Dort wird definiert: „Die rechnerische Nutzungsdauer beginnt mit der erstmaligen Inbetriebnahme der Anlage. Sie ist beendet, wenn Reparaturen, Instandsetzung sowie die Kosten für die Erneuerung einzelner Anlagenteile einen so hohen Aufwand erfordern, dass sie in keinem vertretbaren Verhältnis mehr zu einer Neuanschaffung steht.“

### **5.2.3 Erneuerungen - Takt der Verbesserungen der Bausubstanz**

Wir betrachten in unserer Untersuchung im Hinblick auf gewerkebezogene Beschaffungsprozesse Erneuerungen nur auf der Bauteilebene und nicht für ein Gesamtbauwerk oder Bauwerk-Subsysteme. Für einen gegebenen zeitlichen Zustand des Bauwerks entspricht der Menge seiner Bauteile eine Schar zeitlicher Ketten aufeinanderfolgender Nutzungsdauern. Sie sind jeweils das Ergebnis von Entscheidungen von Eigentümern oder Betreibern. Mit der Entscheidung, die Nutzung eines Bauteils zu beenden und einen Ersatz durch Erneuerung einzuleiten endet jeweils dessen Nutzungsdauer. Damit einher gehen die Entsorgung der ausgetauschten Objekte (Austausch durch Beschädigung, Verschleiß oder Obsoleszenz).

#### **Erneuerungszyklen von Bauteilen**

Die Verkettung von einer Erneuerung und der anschließenden Nutzungsdauer (Bestandsphase des Ersatzbauteils) eines Bauteils nennen wir Erneuerungszyklus. Er unterscheidet sich von einem bauteilbezogenen Lebenszyklus durch eine andere Verknüpfung der 3-teiligen Lebenszyklusphasen: In der Erneuerungsphase sind die Verwertungsphase (Entsorgung) des ausgetauschten Bauteils und die Anfangsphase des Ersatzbauteils enthalten. Dadurch ergibt sich eine 2-teilige Phasenkette für Erneuerungszyklen.

Beispiele sind Erneuerungszyklen von Pumpen, die innerhalb der Nutzungsdauer derselben Heizungsanlage erneuert werden oder Erneuerungszyklen von Bauteilschichten, z. B. Außenanstrichen einer Außenwand innerhalb der Nutzungsdauer einer Außenwand.

#### **Erneuerungsentscheidungen**

Konstitutiv für eine Erneuerungsentscheidung ist die klassische ökonomische Unterscheidung der Verringerung des Gebrauchswertes eines genutzten Objektes einerseits durch Beschädigung, Verschleiß, Abnutzung und andererseits durch dessen Veralten (Obsoleszenz). Damit sind immer zwei grundverschiedene Lebenszyklen betroffen: der Lebenszyklus des genutzten und betriebenen Objektes und der Lebenszyklus der darin eingesetzten Produkte. Sie wurden ursprünglich durch eine Beschaffungsentscheidung „eingebaut“ / „verbaut“. Das Urteil „etwas ist veraltet“ ist eine Bewertung durch Nutzer oder Betreiber. Sie ist unmittelbar abhängig von sich verändernden Nutzungsprozessen bzw. Betreiberprozessen und mittelbar abhängig von den Marktalternativen zu den im Objekt verwendeten Produkten.

Wenn bei eingebauten Produkten sowohl der Objektlebenszyklus als auch der Produktlebenszyklus ihr Ende erreicht haben, können Erneuerungsentscheidungen auf verschiedene Weise begründet sein:

- Austausch eines eingebauten Produktes durch ein gleichartiges Produkt
- Austausch eines eingebauten Produktes durch ein innovatives Produkt

- Austausch eingebauter Produkte durch innovative Produkte im Verbund von Modernisierungsmaßnahmen
- Erneuerungsentscheidungen sind also sowohl nutzungsabhängig als auch marktabhängig. Der Entscheider muss sich dann Rechenschaft geben, ob die Beschaffenheit des Objektes am Endpunkt der Nutzungszeit mit gleichen / gleichwertigen Produkten wiederhergestellt wird, oder ob Produktalternativen in Betracht kommen, die einen Vorteil durch Produktentwicklungen, insbesondere durch Innovationen eröffnen.

### **Performancewettbewerb in Erneuerungsprozessen**

Dieser Gedanke ist auch der Schlüssel zu dem sich verändernden Marktmuster – weg vom reinen Preiswettbewerb, hin zu einem qualitätsgetriebenen Performance-Wettbewerb. Erneuerungszyklen von Lebenszyklusobjekten sind also nicht lediglich ein Zeitmuster der Substanzerhaltung, sondern immer auch ein Takt der Verbesserungen der Bausubstanz. Erfolgskritisch für die Lebensdauererwartung von Bauwerken ist die Bauteilebene, in der die zu beschaffenden Produkte verwendet werden sollen. Z.B. hat in einer Außenwand ein Beschichtungsprodukt (Außenanstrich) einen relativ kurzen Lebenszyklus (3 – 8 Jahre), die Wärmedämmung einen mittleren Lebenszyklus von 15-25 Jahren und die konstruktiven Teile von mind. 50 Jahren. Die Erneuerung einer Bauteilschicht mit kurzem Zyklus kann ein lohnender Ansatz für die Verringerung von Lebenszykluskosten sein. Das ist der Fall, wenn es z.B. gelingt mit vergleichsweise geringen Mehrkosten bei der Ersatzbeschaffung einen Außenanstrich mit höherer Qualität und einer deutlich verlängerten Nutzungsdauer zu erneuern.

Durch zunehmendes Alter der Bauteile treten Ersatzmaßnahmen immer in Konkurrenz zu effizienteren, innovativen Produkten (zumindest sachlogisch). Deren Einbau führt aber ähnlich wie bei Neubauvorhaben zu kritischen Fragen über ggf. erhöhten Mehraufwand durch Nicht-Kompatibilitäten beim Einbau, bzw. durch Rechtfertigung erhöhter Kosten gegenüber rechnerisch möglichen Einsparungen.

Für die Auswahlentscheidung in einem Vergabeverfahren wird immer wieder die „Preisfalle“ beklagt. Hier sind in Zukunft Ausschreibungsverfahren gefragt, die effizientere / effektivere Alternativen für Bauteile oder deren Komponenten auch entlang der Erneuerungszyklen ausfindig machen.

## **5.3 Objektbegriffe im Lebenszyklusansatz**

### **5.3.1 Bauteile und Produkte**

Der Begriff Bauteil wird in den Baudisziplinen nicht einheitlich verwendet. Er umfasst auch Gebäudeabschnitte, die wie Bauwerke aus technischen Bauteilen zusammenge-

setzt sind. Diese Bedeutung verwenden wir nicht. Ebenfalls werden Bauteile in der Bedeutung von Liefergrößen bzw. Montageeinheiten in unseren Darstellungen ausgeschlossen, weil sie kein (bestandsbezogener) Systembegriff sind<sup>64</sup>. Bauteile verstehen wir ähnlich wie in anderen Industriezweigen als funktionierende Einheiten eines technischen Gebildes in dessen Bestandsphase. Bauteile sind im Maschinenbau elementare Bestandteile. In der Systemhierarchie von Bauwerken finden wir nach der DIN 276 Bauteile auf der 3. bis 6. Gliederungsebene (vgl. Kap. 5.3.1). Danach sind Fassaden, Dächer u.dgl. Bauteile des Gesamtsystems Bauwerk. Durch den für Baukonstruktionen typischen Aufbau in Schichten wird dann eine Wärmedämmung oder Farbbeschichtung einer Außenwand als „Bauteilschicht“ bezeichnet. Bauteilschichten sind im weiteren Sinn ebenfalls Bauteile. Der Unterschied zum übergeordneten Bauteil Außenwand ist die Zugehörigkeit zu einer tieferen Hierarchieebene. Zum Bauteil Fassade gehören untergeordnete Bauteile wie Fenster, Profile, Verbindungsteile und zum Bauteil Fenster gehören untergeordnete Bauteile wie Rahmenprofile, Verglasung, Dichtungen, u.dgl. Verfolgen wir die hierarchische Differenzierung in der Gegenrichtung erscheinen Bauteile als Bestandteile von Bauwerk-Subsystemen. Dazu gehören die Gebäudehülle, das Tragwerk und alle technischen Anlagen.

### **Konfigurieren von Bauteilen aus Produkten**

Bauteile haben ihren Ursprung in Entwurfs- und Konstruktionsleistungen: durch das Konfigurieren von Produkten und Festlegen von Bauleistungen. Als physische Bestandteile sind sie das Ergebnis technologischer Prozesse. Die Eigenschaften der Bauteile sind abhängig von diesen Prozessen. Ein wesentlicher Unterschied sind Montageprozesse und chemische Verfahren:

- Bauteile entstehen in Montageprozessen oder ähnlichen Herstellungsverfahren, in denen die Produkteigenschaften erhalten bleiben. Typisch sind ausgewählte Produkte des raumbildenden Ausbaus (Trockenbau), Fassadenprodukte und Produkte für die Errichtung gebäudetechnischer Anlagen. In diesen Fällen sind gelieferte Produkte und die in Betrieb genommenen Funktionseinheiten (insbesondere Bauteile) nahezu gleich<sup>65</sup>.
- Bauteile entstehen in Verfahren, in denen die gewünschten Eigenschaften erst in den hervorgebrachten Konstruktionsteilen entstehen. Typisch sind die Er-

---

<sup>64</sup> Bauteile sind in der VOB ein Sammelbegriff für lieferabhängig oder montagebezogen abgegrenzte Einheiten. Wir verwenden in unseren Ausführungen ausschließlich die funktionale Bestimmung innerhalb eines bestehenden Systems.

<sup>65</sup> Montageprozesse sind in solchen Fällen flüchtige Erscheinungen. Anders ist es bei Bauprodukten, die in Verfahren einmünden, die erst im Bauablauf die Bauteile mit nutzbaren Eigenschaften hervorbringen (s. nächster Fall). Wenn Bauwerke ausschließlich aus montagefähigen Produkten errichtet werden, verschwindet die Grenze zwischen Produkten und Bauteilen. Bauwerke können dann als „Konfiguration aus Produkten“ charakterisiert werden.

zeugung von Bauteilen aus Beton oder Bauteilschichten wie Putze und Beschichtungen<sup>66</sup>.

In beiden Fällen entstehen aus Produkten Bauteile. So wird das Bauteil Fußboden aus verschiedenen Produkten zur Realisierung von Bauteilschichten wie Estrich, Spachtelmasse, Kleber und einem Bodenbelag hergestellt. Die dazu erforderlichen Produkte werden in Leistungsverzeichnissen beschrieben, nach der Vorgabe von Anbietern in Angeboten festgelegt und durch Vergabeentscheidungen ausgewählt. In der Nutzungsphase sind bestimmte Produkte besonders erfolgskritisch für Nutzungsprozesse und Folgekosten. Bei Böden sind das vorrangig die Oberflächeneigenschaften der Bodenbeläge. Das sind „strategische Komponenten“ von denen vor allem die Reinigungskosten abhängen<sup>67</sup>, die bei Hartböden innerhalb von 20 Jahren Lebensdauer bis zum 10-fachen der Investition betragen können.

### **Produkte-Wettbewerb in Zeithorizonten**

Durch den Trend zu immer kürzeren Produktlebenszyklen verändern sich in Investitionsmaßnahmen die Entwurfsaufgaben mit der Einbeziehung von Zeithorizonten und dadurch die Randbedingungen für Beschaffungsentscheidungen. Der Grund ist das sich verändernde Zeitverhältnis von:

- gebäudetypischer Langlebigkeit von Baukonstruktionen und Anlagen und den darin eingebauten bzw. verwendeten langlebigen Produkten (z.B. 20-50 Jahre)
- technologie- und marktbezogen kurzen Produktlebenszyklen in der Gebäudetechnik (z.B. 10-15 Jahre in der Gebäudeautomation)

Erneuerungen von Bauwerksbestandteilen müssen diesen unterschiedlichen Zyklen gerecht werden. Besonders in Sanierungs- und Modernisierungsmaßnahmen, aber auch in Neubauvorhaben sind zeitorientierte Entwürfe gefragt. Im Hinblick auf Nutzungsdauern werden Konstruktionen und Anlagen aus Produkten konfiguriert, deren Nutzungseigenschaften auch Prozesse wie Ersatz, Austausch, Demontage, Recycling u.dgl. berücksichtigen. Produktentscheidungen haben also weitreichende Folgen, die durch planerische Vorgaben im Hinblick auf Kompatibilität, Nach- und Umrüstbarkeit bedacht werden müssen. So können wirtschaftlich günstige Prozesse für spätere Ersatzmaßnahmen angelegt werden.

---

<sup>66</sup> In diesen Fällen sind Produkteigenschaften (vor dem Verarbeitungsprozess) und Bauteileigenschaften (im Zustand der Funktionsfähigkeit) grundverschieden.

<sup>67</sup> Reinigungskosten können material- und produktabhängig große Unterschiede haben. Z.B. ist der Aufwand für Reinigung und Pflege von Linoleum deutlich höher als für polierten Granit

### 5.3.2 Bauteil- und Produktorientierung im Planungsprozess

In den Projektphasen HOAI 2 – 5, vom Vorentwurf bis zur Ausführungsplanung, werden in hierarchischer Konkretisierung Eigenschaften des Bauwerks, seiner Subsysteme und schließlich deren Bestandteile – die Bauteile und Komponenten – festgelegt. Die Bauteilorientierung im Planungsprozess ist ein Schlüssel zur Berechnung von Lebenszykluskosten und Bewertung nachhaltiger Qualitäten. Diese These ist erklärungsbedürftig, denn sie steht zunächst im Widerspruch zu der unstrittigen Kurve der Beeinflussbarkeit von Investitionskosten. Danach bestehen die größten Einflussmöglichkeiten am Anfang der Projektphasen, besonders im Vorentwurf und danach schnell abfallend entlang der HOAI-Phasen. Diese in der Fachwelt als Hyperbel bekannte Verlaufskurve endet mit dem Abschluss eines Bauvorhabens. Wenn wir diese Zeitgrenze überschreiten, die Jahrzehnte dauernden Phasen des Nutzens und Betriebens betrachten und Lebenszykluskosten auf der Bauteilebene untersuchen, dann müsste die Kurve der Beeinflussbarkeit einen anderen Verlauf haben. Bei den Lebenszykluskosten müsste die Kurve der Beeinflussbarkeit nach Phase 4 (Genehmigungsplanung) einen Sprung machen. Er resultiert aus dem Phasenübergang der planerischen Tätigkeit aus der für das Entwerfen typischen Ausrichtung auf das Ganze (auf ganzheitliche Merkmale des Bauwerks) in die konkrete Ausführungsplanung (Phase 5 HOAI), wo nun Detaillierungen und damit Bauteileigenschaften im Vordergrund stehen. In der Ausschreibungsphase HOAI 6 werden Bauteileigenschaften i.d.R. produktneutral in Mengengerüsten mit alpha-numerischen Anforderungen beschrieben. In der Vergabephase HOAI 7 werden dazu konkrete Produktangebote ausgewählt. Dieser Bestimmungsübergang von Bauteilen zu Produkten erfolgt traditionell im Preiswettbewerb. Im Lebenszyklusansatz muss sich dieser Wettbewerb wandeln in einen Vergleich von Lebenszykluskosten und Qualitätsbewertungen nach den Kriterien der Nachhaltigkeit – hierarchisch differenziert auf den Systemebenen der Lebenszyklusobjekte.

#### **FORSCHUNGSAUFGABE:**

Mit der Fokussierung auf Bauteile - damit einhergehend auch mögliche Realisierungen durch Produkte (Angebote durch den Markt) - treten gleichsam schlagartig Betriebsabläufe in den planerischen „Projektgegenstand“, da mit Bauteilen und Produkten die durch sie verursachten Folgeprozesse in einer großen Bandbreite von Services und Energiedienstleistungen in den Blick geraten. Sie sind abhängig von bestimmten Bauteileigenschaften bzw. Produkteigenschaften. Solche Bauteil-Prozess-Koppelungen müssen geklärt und durch die Auswahl von geeigneten Produkten zu einer Entscheidung geführt werden müssen.

Wirtschaftlich erfolgskritisch ist die Koppelung von Produktpreisen (Einkauf von Bauleistungen) mit den ermittelten Folgekosten (Einkauf von Serviceleistungen). Im Hinblick auf die übergreifende Begründung von Einkaufsentscheidungen im Zielsystem der

Nachhaltigkeit sind Nachweise zu erbringen, welchen Beitrag alternative Produkte zur Gesamtbewertung liefern – z.B. In Zertifizierungen nach BNB oder DGNB. Der methodische Schlüssel für die Gestaltung dieser Entscheidungswege ist der systematische Abgleich von Bauteilwissen und Produktwissen für Strategische Kostengruppen und Bauteile.

### **5.3.3 Zusammenfassung methodischer Vorteile der Bauteilorientierung im Lebenszyklusansatz**

Der methodische Kern im Lebenszyklusansatz ist die Bauteilorientierung. Die folgende Übersicht reflektiert in Kurzfassungen die vorangegangenen Ausführungen als Grundlage für eine Ausrichtung der Kostensystematik auf Bauteile.

#### **Bauteile sind Schnittstellen zwischen „Produkten“ und dem am Ende erzeugten Wirtschaftsgut „Bauwerk“**

Die entlang industrieller Wertschöpfungsketten erzeugten „Produkte“ ermöglichen durch die Einmündung in Bauteile – und deren Konfiguration in Konstruktionen und Anlagen - am Ende das Wirtschaftsgut „Bauwerk“. Bauteile sind in der Wertschöpfungskette ein wesentliches Bindeglied zwischen Produkten (als Finalpunkte industrieller Produktion) und Nutzungs- bzw. Betriebsprozessen. Bauteile sind durch ihre Wirkprozesse sowohl im Kontext der „Nutzung“ (Anwendungsprozesse) als auch im Kontext des „Betreibens“ (Prozesse wie Instandhaltung und Energie-Dienstleistungen) bestimmt:

#### **Betriebskosten von Bauwerken sind überwiegend bauteilbezogen**

- Der Reinigungsaufwand ist bauteilabhängig und auf wenige Bauteil-Oberflächen begrenzt (Bodenflächen, Verglasungen, Einrichtungsobjekte). Die Oberflächeneigenschaften der jeweils eingesetzten Produkte bedingen eine unterschiedliche Reinigungsintensität.
- Störungen haben ihre Ursache i.d.R. in Bauteilen. Die Störungshäufigkeit ist ein Indikator für die Zuverlässigkeit und damit für die Qualität eingesetzter Produkte bzw. effektiv/ effizient geplanter Bauteile
- Inspektionen und Wartungen sind bauteilabhängig<sup>68</sup>. Außerdem haben die jeweils eingesetzten Produkte unterschiedliche Wartungserfordernisse
- Der Energieverbrauch ist abhängig von den Effizienzmerkmalen aktiver und passiver Bauteile. Der Anteil der Hilfsenergie bei aktiven Bauteilen am Gesamt-

---

<sup>68</sup> Ruthenberg (1990)

verbrauch von Gebäuden wird in dem Maße größer, wie die Energieeffizienz der Gebäudehülle verbessert wird<sup>69</sup>

### **Instandsetzungsmaßnahmen von Bauwerken sind überwiegend bauteilbezogen**

Mängel, Schäden und Defekte haben ihre Ursache i.d.R. in Bauteilen. Kleine Instandsetzungen erfolgen innerhalb der Nutzungsdauern der Bauteile.

### **Erneuerungsmaßnahmen sind bauteilbezogen**

Ersatzinvestitionen erfolgen am Ende der Nutzungsdauern von Bauteilen als singuläre Bauteil-Maßnahmen, wenn keine Komplett-Modernisierungen erforderlich sind. Aber auch bei Modernisierungsmaßnahmen ist eine bauteilbezogene Vorgehensweise erforderlich (Bauteile, die im Bestand unverändert bleiben und Bauteile, die erneuert werden)

### **Prognosen von Lebenszykluskosten werden mit bauteilbezogenen Nutzungsdauern ermittelt**

Um die Lebenszykluskosten eines Bauwerkes oder eines Bauwerk-Subsystems zu ermitteln, ist die Dekomposition dieser Systeme bis auf die Bauteilebene notwendig, weil anders Nutzungsdauerdaten nicht verfügbar sind. Die in Deutschland verfügbaren anerkannten Tabellen für Nutzungsdauern beziehen sich ausschließlich auf Bauteile<sup>70</sup>. Derzeit werden diese Tabellen zunehmend herangezogen, um für laufende Zertifizierungen (nach BNB / DGNB / u.a.) oder in klassischen Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen in der Gebäudetechnik (zum Beispiel nach VDI 2067) Prognoserechnungen im Lebenszyklusansatz durchzuführen.

Wer in frühen Planungsphasen auf der Basis von Vorentwürfen oder aus anderen Gründen grobe Ermittlungen für Lebenszykluskostenberechnungen benötigt, ist im Hinblick auf die Ermittlung von Ersatzinvestitionen und die Prognose von Instandsetzungen in einem Dilemma. Es fehlen für diesen Zweck Nutzungsdauerrichtwerte auf der Ebene von Bauwerksbestandteilen! Die methodische Konsequenz ist ein zwingender Rückgriff auf Daten in der Bauteilebene, ggf. die Anwendung von standardisierten bzw. groben Mengengerüsten einer Bauwerksgliederung bis auf die Bauteilebene, d.h. mindestens bis auf die dritte Stelle, besser bis auf die vierte oder fünfte Stelle der DIN 276 Kostengliederung.

---

<sup>69</sup> Modellrechnungen für ein High Tech Bürogebäude mit einem passivhausähnlichen Standard der Gebäudehülle haben für den Betrieb der Lüftungs- und Klimaanlage ergeben, dass ca. 50% der Gesamtenergie (Thermische Energie und Stromverbrauch) als Hilfsenergie (Stromverbrauch) anfallen. Die Verursacher sind Bauteile wie Ventilatoren, Pumpen, Bauelemente der Gebäudeautomation.

<sup>70</sup> Vgl. Bauteil-Nutzungsdauer-Tabellen im Anhang zum Leitfaden nachhaltiges Bauen BMVBS (2011)

### **Die Gestaltung und Bewertung nachhaltiger Qualitäten benötigt Bauteilwissen**

Um die Qualitäten der Nachhaltigkeit eines Bauwerkes oder eines Bauwerk-Subsystems zu gestalten, ist die Dekomposition dieser Systeme bis auf die Bauteilebene notwendig, weil anders Gestaltungs- und Engineering-Erfolg nicht herbeigeführt werden kann.

### **Die ökologische Bewertung von Gebäuden erfolgt bauteilbezogen und produktbezogen**

Mit der Einführung von Nachhaltigkeitsbewertungen durch Bewertungssysteme wie BNB / DGNB haben sich in den letzten Jahren weitere Impulse zur Weiterentwicklung der Bauteil-Methodik ergeben.

### **Bauteile und zugehörige Produkte sind Inhalt von LV-Positionen**

In gewerkebezogenen Ausschreibungen werden Ausführungsplanungen in Leistungsverzeichnisse umgesetzt. Maßgebend sind marktverfügbare Bauprodukte, deren Montage oder Verarbeitung festgelegte Details und Bauteile realisiert.

#### **5.3.4 Von Investitionseinheiten zu Lebenszyklusobjekten**

Die Abgrenzung und Gliederung von Investitionsobjekten im Hochbau nach der DIN 276 ist seit den 60iger Jahren gebräuchlich und in den deutschsprachigen Ländern Europas zu einem Standard geworden. Da in der Lebenszyklusperspektive danach die Abgrenzung und Strukturierung der Anfangsinvestition erfolgt, bildet sie auch die Basis für die Strukturierung der Folgekosten. Sie entstehen durch Folgeprozesse, wie Service, Energieverbrauch und Erneuerung an bestimmten Bestandteilen des realisierten Bauwerks in den Bestands- und Verwertungsphasen. Wenn man den Projektgegenstand „Bauwerk“ in dieser Zeitperspektive erweitert, zeigt sich ein Muster aus Bauteilen und Bauwerk-Subsystemen mit je unterschiedlichen Nutzungsdauern. Dieses in der Zeit ausgestreckte Muster aus Investitionsbestandteilen plus zugehörigen Nutzungsdauern nennen wir Lebenszyklusobjekte.

Nach der Bauteilorientierung lassen sich Investitionsobjekte durchgängig nach der DIN 276 Gliederung strukturieren, wenn sie über die 3. Stelle hinaus durch weitere Gliederungsebenen ergänzt wird<sup>71</sup>. Folglich lassen sich auch Lebenszyklusobjekte bauteilorientiert gliedern. Das führt zu einer Betrachtung von Lebenszyklusobjekten auf 3 Sys-

---

<sup>71</sup> Die Gliederung nach Kostenelementen hat seit den 70er Jahren die Weiterentwicklung der DIN 276 wesentlich bestimmt und dazu beigetragen, herkömmliche branchenspezifische Kostengliederungen nach Gewerken und Leistungsverzeichnissen in Richtung ganzheitlicher Planungsansätze zu ergänzen. Eine Konsequenz war die dadurch mögliche Kombination von Elementekosten mit den Gewerkekosten in einer Matrixbeziehung. Dadurch lassen sich LV-Positionen (z.B. nach Standardleistungsbuch StLB) weitgehend problemfrei mit der DIN 276 Kostengliederung verbinden. Vgl. Kleinefenn/ Schürmann (1976), Siegel/ Wonneberg (1977), Schub/ Stark (1985), Kalusche 1991, Möller 1996

temebenen: Lebenszyklusobjekte auf der Bauteilebene, Lebenszyklusobjekte als Subsysteme und Bauwerke als Lebenszyklusobjekte.

Ein großer Vorteil dieser Anwendung der DIN 276 ist die Umdeutung der ursprünglich nur aus Nutzungssicht funktional abgegrenzten Kostenelemente<sup>72</sup> in Objekte des Betriebens, Bewirtschaftens und Erhaltens. Methodisch bedeutet das, den Projektgegenstand „Bauwerk“ und dessen Bestandteile zugleich in zwei Prozess-Perspektiven zu betrachten: im Herstellungsprozess (mehrere Jahre) und im Betriebsprozess (mehrere Jahrzehnte). Die zunächst nur investiv definierten Einheiten der Bauwerksgliederung werden damit gleichermaßen zu Bezugseinheiten für Investitionskosten (Erstkosten) und den im Betrieb entstehenden Folgekosten. Wenn man so Investitionsobjekte in Zeitperspektiven erweitert, werden daraus Lebenszyklusobjekte.

### **DEFINITION Lebenszyklusobjekte**

Werden Lebenszyklen von Bauwerken und deren Bestandteilen ganzheitlich als Objekte in der Zeitachse betrachtet, sprechen wir von Lebenszyklusobjekten. Bestimmend für Lebenszyklusobjekte auf allen Hierarchieebenen ist die Einbeziehung folgender Zeitintervalle: Planungsprozess - Realisierungsstufen bis zur Inbetriebnahme - parallele Prozesse des Nutzens und Betriebens – Erneuerung der Bauteile bzw. Bauwerk-Subsysteme - Abriss und Entsorgung am Lebensende des Bauwerks.

### **5.3.5 Systemtechnische Gliederungsebenen für Lebenszyklusobjekte**

Für die systemtechnische Differenzierung von Lebenszyklusobjekten führen wir auf Basis der DIN 276 für die Kostengruppe Bauwerke (KG 300 + 400) / Außenanlagen (KG 500) 3 Systemebenen für Lebenszyklusobjekte (LZO) ein<sup>73</sup>:

#### **1. SYSTEMEBENE: Lebenszyklusobjekte als Bauwerke, Gebäude oder Immobilien - Bauwerk-LZO (LZO1)**

Lebenszyklusobjekte als Gesamtsysteme (LZO1) sind in drei unterschiedlichen Disziplinen bestimmbar:

- **Bauwirtschaftliche Sicht als „Bauwerke“ / „Außenanlagen“**  
Der Gegenstandsbereich für Investitionsobjekte des Hochbaus wird nach der DIN 276 unterschieden in Bauwerke (KG 300 + 400) / Außenanlagen (KG 500)

---

<sup>72</sup> Zur Elementemethode vgl. Kalusche (1991) und Möller (1969)

<sup>73</sup> Die KG 600 Ausstattung und Kunstwerke wird nicht betrachtet. Die Methodik der Differenzierung nach Systemebenen und LZO ist aber analog möglich

- **Architektonisch-nutzerbezogene Sicht als „Gebäude“**  
In dieser Sicht steht der Raumaspekt im Vordergrund. Nutzungen werden in Flächen und Räumen realisiert. Die Gliederung von Gebäuden folgt daher primär nach Geschossen, Zonen und Räumen. Zusätzlich wird im Hochbau jedes Gebäude auch als Bauwerk betrachtet (Gliederung nach DIN 276)
- **Immobilienwirtschaftliche Sicht als „Immobilie“**  
In dieser Sicht stehen der Wertaspekt und Prozesse des Vermietens und Verkaufens im Vordergrund. Betrachtet man die immobilienwirtschaftliche Wertschöpfungskette in den drei Wertschöpfungsstufen von der Projektentwicklung (1. Stufe, orientiert am Grundstück) über die Bauprojekte (2. Stufe) bis zur Bewirtschaftung (3. Stufe) – dann ist der Objektfokus eine Kombination aus dem bauwirtschaftlichen „Bauwerk“ und dem immobilienwirtschaftlichen Gebilde „Grundstück“ (darin sind Bauwerke enthalten).<sup>74</sup> Für die Ausrichtung des Planungs- und Beschaffungsprozesses in der vorliegenden Untersuchung wird dieser Aspekt aber nur gestreift. Hier sind eingehende Forschungsarbeiten erforderlich, die auf der technologischen Analyse der Lebenszyklusobjekte aufsetzen müssen.

## **2. SYSTEMEBENE: Lebenszyklusobjekte als Subsysteme bei Baukonstruktionen oder Technische Anlagen - Subsystem-LZO2 (LZO2)**

Ab der 2. Systemebene beschränken wir uns auf das Objekt „Bauwerk“ der DIN 276 mit den Kostengruppen 300 Baukonstruktionen und 400 Technische Anlagen. Die Kostengruppe 500 Außenanlagen lassen sich in gleicher Struktur gliedern. Objekte der 2. Ebene sind Subsysteme. Sie werden i.d.R. auf der 2. bis 3. Stelle (selten 4. Stelle) einer DIN 276-Gliederung bestimmt.

Subsystem-LZO2s sind Baukonstruktionen, wie die Gebäudehülle, das Tragwerk oder Systeme des raumbildenden Ausbaus und alle Technischen Anlagen, wenn sie nicht nur als funktionale Ganzheiten, sondern auch in ihrer historischen Lebensdauer betrachtet werden.

## **3. SYSTEMEBENE: Lebenszyklusobjekte als Bauteile / Komponenten - Bauteil-LZO3 (LZO3)**

In unserer Systematik sind Bauteile bzw. Komponenten Bestandteile von LZO2-Objekten. Solche Objekte werden i.d.R. auf der 3. bis 6. Stelle einer DIN 276 Gliederung bestimmt. Bauteil-LZO3s werden durch die Festlegung als Investitionseinheit, spe-

---

<sup>74</sup> Vgl. Schulte (1998) – S.15.: „Eine Legaldefinition für den Ausdruck „Immobilie“ existiert nicht. In den relevanten gesetzlichen Bestimmungen, insbesondere dem BGB, wird vielmehr der Ausdruck „Grundstück“ verwendet. Zentrale Normen innerhalb des BGB sind die §§ 93 – 97 BGB (Allgemeiner Teil) sowie die §§873 - 907 BGB (Sachenrecht)“

zifische Folgeprozesse in der Nutzungsdauer und in der Phase der Bauteilverwertung nach Ablauf der Nutzungsdauer bestimmt. Die folgenden Beispiele zeigen, dass jede Bauteilart ein eigenes LZO3-Prozessprofil hat:

### **Beispiele für Bauteil-LZOs in Baukonstruktionen**

- Bauteil-Investitionseinheit: Fenster – Folgeprozesse: Reinigung / Wartung / Bauteildemontage und -Entsorgung
- Bauteil-Investitionseinheit: Bodenbelag – Folgeprozesse: Reinigung und Pflege / Bauteildemontage und -Entsorgung
- Bauteil-Investitionseinheit: Brandschutztür – Folgeprozesse: gesetzlich vorgeschriebene regelmäßige Prüfungen und Wartungen / Bauteildemontage und -Entsorgung

### **Beispiele für Bauteil-LZOs in Technischen Anlagen**

- Bauteil-Investitionseinheit: Ventilator – Folgeprozesse: Antriebsenergie, Inspektionen und Wartung (abhängig von den Betriebsstunden) / Bauteildemontage und -Entsorgung
- Bauteil-Investitionseinheit: Pumpe – Folgeprozesse: Energieverbrauch (abhängig von den Betriebsstunden und der verbrauchten Antriebsenergie der Motoren) / Bauteildemontage und -Entsorgung
- Bauteil-Investitionseinheit: Luftfilter – Folgeprozesse: Filtertausch in kurzen Zyklen / Bauteildemontage und -Entsorgung
- Bauteil-Investitionseinheit: Beleuchtung – Folgeprozesse: Energieverbrauch der Leuchtmittel, Servicekosten durch Leuchtmittelwechsel, Betriebsstunden und Energieverbrauch (abhängig von tageslichtbezogener Lichtsteuerung) / Bauteildemontage und -Entsorgung

### **Unbestimmtheit von Lebenszyklusobjekten**

In umgekehrter Sicht durch die Systemebenen sind Bauteil-LZOs Bestandteile von Subsystem-LZOs. Bauwerk-LZOs bestehen aus Kombinationen von Subsystem-LZOs und Bauteil-LZOs. Anders als bei klassischen Systembetrachtungen ist die Struktur eines Lebenszyklusobjektes aber nicht fixiert. Die Bestandteile und auch die Objekthierarchie können sich im Zeitverlauf verändern. Bauteil-LZOs sind bei kurzen Nutzungsdauern Ketten von Bauteilen mit je eigenem Lebenszyklus. Z.B. ist das Bauteil-LZO „Innenwandastrich“ eine Erneuerungskette im Rhythmus der Nutzungsdauer von 2-6 Jahren. Die Länge dieser Bauteilkette ist abhängig von der Nutzungsdauer des in der Hierarchie übergeordneten Bauteils – hier der Innenwand. Entsprechend lassen sich Erneuerungsketten für alle Bauteil-LZOs und analog für alle Subsystem-LZOs

darstellen. Die zeitliche Obergrenze dieser Systemsicht ist die Nutzungsdauer des betrachteten Bauwerk-LZO. Dadurch bestehen viele bauteilbezogene Lebenszyklusobjekte aus Erneuerungsketten innerhalb der Nutzungsdauer des zugehörigen Lebenszyklusobjektes „Bauwerk“.

Anders als realisierte Investitionsobjekte oder Nutzungs- und Betriebsobjekte sind Lebenszyklusobjekte nicht im Hinblick auf festgelegte Betriebsbedingungen definiert. Im Gesamtbild erscheinen die Bestandteile eines Bauwerk-LZO als eine Schar paralleler und hierarchisch gestufter Ketten der Lebenszyklen dieser Bestandteile. Auch ist deren Bestimmung nur im historischen Rückblick eindeutig. In prognostischen Modellen, z.B. mit Zeithorizonten von 10 bis 50 Jahren - und die stehen für Beschaffungsprozesse im Vordergrund - wirken notwendige Faktoren der Unbestimmtheit, sodass darauf aufbauende Lebenszyklus-Rechenmodelle eine prinzipielle Unschärfe haben:

- Angaben zu Bauteil-Nutzungsdauern sind durchschnittliche Annahmen (grobe von-bis Schätzwerte)
- Die Entscheidung einer Erneuerung, für Einzelbauteile oder für Subsysteme, ist abhängig von nicht vorhersehbaren Nutzungs- und Betriebsbedingungen. Singuläre Bauteil-Erneuerungen erfolgen im Rahmen von Instandhaltungsprozessen. Komplexe Sanierungs- und Modernisierungsmaßnahmen – mit einer Vielzahl von Bauteil-Erneuerungen – werden als Projekte geplant, die durch veränderte Nutzungsanforderungen bzw. betriebliche Vorschriften oder durch Instandsetzungstau angestoßen werden.

## 6 Kostensystematik für Lebenszyklusobjekte

### 6.1 Anforderungen an Kostenbegriffe und Rechenvorschriften zur Ermittlung von Lebenszykluskosten in Ausschreibungs- und Vergabeverfahren

Wie zuvor dargelegt, ist die Bauteilorientierung ein notwendiger methodischer Ausgangspunkt für die Ermittlung von Lebenszykluskosten und die Identifizierung von effektiven und effizienten Produkten als Garanten nachhaltigen Bauens. Der in Leistungsverzeichnissen vorgeschriebene Einsatz von Material – in Form von Produktanforderungen oder Angaben zu Referenzprodukten - und festgelegten Verrichtungen - auf der Basis zeitlicher Kalkulationen - führt zu einem Werk, das wir aus Sicht der Wertschöpfungsketten als Konfiguration von Bauteilen bzw. Produkten charakterisiert haben (Kap. 5.3). Die planerischen Festlegungen von Bauteilen und die Auswahl zugehöriger Produkte sind damit nicht nur in den Entwurfsphasen (HOAI 2-3) und der Ausführungsplanung (HOAI 5) Erfolgsfaktoren der Nachhaltigkeit. Sie sind auch erfolgskritische Eingangsinformationen in Vergabeverfahren (HOAI 6-7). Im Brennpunkt steht die Frage, wie aus den Daten gewerkebezogener Ausschreibungen und Angebote Lebenszykluskosten berechnet und Qualitäten der Nachhaltigkeit bewertet werden können. Eine geeignete Grundlage sind das DGNB- und BNB-Bewertungssystem<sup>75</sup>.

Dies gilt aber auch für den Fall, wenn von Eigenschaften einzelner Bauteile / Produkte - wie z.B. Wärmeleitfähigkeit (Dämmstoffe) oder Reflektionen (z.B. von Glas, Anstrichen) der Energieverbrauch des Gesamtsystems Bauwerk abhängt. In solchen Fällen müssen geeignete Nachweisverfahren, insbesondere Computersimulationen, angewendet oder entwickelt werden, um die Korrelationen zwischen den Erstkosten solcher Bauteile und den Folgekosten im übergeordneten Systemzusammenhang rechnerisch abzubilden. Der Unterschied dieser Abhängigkeiten von Erstkosten und Folgekosten wird im Kap. 6.3.1 durch die Unterscheidung von Aktiven und Passiven Bauteilen<sup>76</sup> näher beschrieben.

---

<sup>75</sup> Vgl. dazu die Entwicklung der Kriterien und zugehörigen Indikatoren durch Prof. T. Lützkendorf in : Lützkendorf (2002), (2003), (2002), (2004)

<sup>76</sup> Aktive Bauteile werden definiert durch den notwendigen Energieverbrauch der mit der Funktionsweise des Bauteils unmittelbar verknüpft ist. Z.B. Energieverbrauch durch Antriebe, elektronische Bauteile u.dgl. Passive Bauteile sind indirekt bestimmt durch den für die Funktionsweise nicht erforderlichen Energieeinsatz. Dabei handelt es sich um den überwiegenden Teil aller Bauteile eines Bauwerkes, insbesondere der Baukonstruktionen. Passive Bauteile sind energetisch dann interessant, wenn sie durch Wärmedämmeigenschaften, Speicherwirkungen, Reflektionseigenschaften u.dgl zur Energieeffizienz eines Bauwerkes beitragen.

### **Ziel der Durchmusterung gültiger kostenbezogener Regelwerke**

Für die Ermittlung von Lebenszykluskosten und die Bewertung nachhaltiger Qualitäten benötigen wir methodische Grundlagen zur Beurteilung von Ausschreibungsinhalten und zur Begründung von Vergabeentscheidungen. Die in Kap. 6.2 untersuchten Regelwerke für Kostenermittlungen haben hinsichtlich der geforderten Bauteilorientierung einen jeweils sehr unterschiedlichen Eignungsgrad. Das erkennbar größte Potential hat die DIN 276 Kosten im Hochbau. Diese Norm kann auch als methodisches Rückgrat für Lebenszykluskostenermittlungen eingesetzt werden. Dazu ist aber die Erweiterung der 3-stelligen Gliederungstiefe für Bauteil- und Produktebenen erforderlich. Mit der DIN 276 können auch in einfacher Weise auf dieser Ebene Kosten von Ersatzinvestitionen und Verwertungskosten erfasst werden. Zudem können Investitionskosten nach DIN 276 in hervorragender Weise mit entsprechenden Nutzungskosten der DIN 18960 Nutzungskosten verknüpft werden – allerdings nicht ohne Vermittlungsglieder. Erforderlich sind dazu ergänzende bauteilorientierte Kostenbegriffe, die auf Nutzungsdauern bezogen sind und eine Differenzierung von Kostenartenprofilen nach Bauteilarten ermöglichen.

Die Durchmusterung und Beurteilung der bauteilbezogenen Eignung vorhandener Regelwerke erweist sich also zugleich als eine Aufgabenbeschreibung: Entwicklung einer Systematik für bauteil-/ produktbezogene Lebenszykluskosten. In Kap. 6.4 wird dazu ein Entwurf vorgestellt, der in laufenden Pilotierungsverfahren zurzeit überprüft wird.

## **6.2 Auswahl von Regelwerken aus Immobilienwirtschaft, Bauwirtschaft und Anlagenwirtschaft zur Strukturierung von Lebenszykluskosten für Ausschreibungs- und Vergabeverfahren**

Da die Lebenszyklusorientierung erst in jüngerer Zeit in das berufliche Verständnis von Bauherren, Planern, Betreibern und Bewirtschaftungsexperten vordringt, erscheint ein systematischer Vergleich der in vorhandenen Regelwerken gebräuchlichen Kostenbegriffe notwendig, um eine methodisch hinreichende Basis abzugrenzen. Eigenständige Kostenbegriffe finden wir in bauwirtschaftlichen, anlagenwirtschaftlichen und immobilienwirtschaftlichen Regelwerken (Tabelle A 3 bis Tabelle A 4).

In der Bauwirtschaft haben sich zwei eigenständige Terminologien für Leistungs- und Kostenbegriffe herausgebildet: einmal für die Bauwirtschaft als Ganzes - mit Regularien wie VOB / VOL, Standardleistungsbuch, DIN 276 – und in besonderer Weise für die Gebäudetechnik - mit Leistungsbildern für die Betriebsphase von Gebäuden und zugehörige technische Services. In die Kostenbegriffe der Gebäudetechnik sind umfangreiche Anleihen aus der Terminologie des Maschinen- und Anlagenbaus einge-

flossen. Dazu gehören Modelle der industriellen Instandhaltung und der darin verankerten Disziplin der Anlagenwirtschaft (Kap. 6.2). Mitte der 90er Jahre sind anlagenwirtschaftliche Grundbegriffe auch in das Leistungsbild des Gebäudemanagements eingegangen. Von hier aus eröffnet sich die Möglichkeit einer Verallgemeinerung und Vereinheitlichung fundamentaler Kosten- und Leistungsbegriffe im Lebenszyklusansatz für alle Bestandteile eines Bauwerkes, also auch für Baukonstruktionen.

Die Abgrenzung der Immobilienwirtschaft von der Bauwirtschaft ist in Deutschland in den 80er Jahren des letzten Jahrhunderts durch die Entwicklung der wissenschaftlichen Disziplin Immobilienökonomie<sup>77</sup> deutlicher erkennbar geworden. Deren wohnungswirtschaftliche Wurzeln haben allerdings eigenständige juristisch verankerte Kostenbegriffe der Bewirtschaftung tradiert, die sich zur Ermittlung von Lebenszykluskosten als problematisch erweisen. Deren detaillierte Analyse ist aber notwendig, um die methodischen Nahtstellen zwischen „Immobilien“ und „Bauwerken“ zu verstehen und geeignete Übersetzungsmöglichkeiten zwischen verwandten Kostenbegriffen aufzuzeigen.

Die in der Bauwirtschaft, Anlagenwirtschaft und Immobilienwirtschaft gebräuchlichen Kostenbegriffe finden sich den Normen und Richtlinien dieser Disziplinen. Es muss vorausgeschickt werden, dass es nicht gelingt, die für unsere Untersuchung im Vordergrund stehenden Anforderungen an lebenszyklusorientierte Kostenermittlungen für Lebenszyklusobjekte mit den Grundbegriffen einer einzigen Disziplin oder gar mit einem einzigen Regelwerk abzudecken. Wie sich zeigen wird, ist zudem jede der vorgestellten Normen und Richtlinien nur in Teilen geeignet, sodass ergänzende Anwendungsregeln gefunden werden müssen. Der verfolgte methodische Ansatz ist also notwendig interdisziplinär.

Die folgenden Ausführungen sind zunächst eine Durchmusterung im Hinblick auf verwendbare Konzepte und Bausteine. Auf dieser Grundlage sind sie zugleich auch eine Navigationshilfe, mit der erkennbar wird, in welchen Regelwerken welche Kostenkategorien bzw. Rechenvorschriften für Beschaffungsprozesse, insbesondere für Ausschreibungs- und Vergabeverfahren geeignet sind.

### **6.2.1 (Nicht-) Eignung immobilienwirtschaftlicher Kostengliederungen zur Ermittlung von Lebenszykluskosten**

Immobilienwirtschaftlich definierte Lebenszykluskosten sind als Fundament für gewerkeorientierte Ausschreibungs- und Vergabeverfahren ungeeignet. Sie bedürfen einer Übersetzung. Das mag überraschen, wo doch seit gut zwei Jahrzehnten die Immobi-

---

<sup>77</sup> Schulte (1998)

lienökonomie gegenüber der traditionsreichen Bauwirtschaft in der Führungsfunktion zunehmend Gewicht erhält. Diese strategische Ausrichtung ist begründet, soweit das Planen – Bauen – Bewirtschaften nicht in Beschaffungsprozesse eingebunden ist, in denen Bauherrn auch Eigennutzer sind. Dieser Fall ist in Industrie und Dienstleistungswirtschaft international zwar rückläufig – aber immer noch der überwiegende Anteil im weltweiten Baugeschehen. Dennoch wird in der vorliegenden Untersuchung nicht etwa für die Eigennutzerwelt ein Sonderpfad vorgeschlagen – im Gegenteil: die immobilienwirtschaftliche Wertschöpfung bedarf in gleicher Weise wie die bauwirtschaftliche einer Art Runderneuerung. Gefragt ist die methodische Vernetzung beider Welten – und dazu ist nach den vorangegangenen Ausführungen das Fundament technologisch-anlagenwirtschaftlich.

Immobilienwirtschaftliche Kostendefinitionen und damit verbundene Berechnungsverfahren haben gleichwohl eine wachsende Bedeutung. Sie repräsentieren Eigentümerinteressen und verändern durch immobilienwirtschaftliche Ziele die Bauherrenrolle. Kostenermittlungen und lebenszyklusorientierte Ansätze bestimmen von daher in wachsendem Maße auch Entscheidungsprozesse in Ausschreibungs- und Vergabeverfahren in Bauvorhaben und Baumaßnahmen. Dennoch kann daraus nicht abgeleitet werden, dass immobilienwirtschaftlich eingeführte Kostenbegriffe, insbesondere in Verbindung mit Wertermittlungen und der Berechnung der Immobilienperformance, als methodische Grundlage für die Ermittlung von Lebenszykluskosten angesehen werden können. Das Gegenteil ist richtig. Das muss begründet werden. Es folgen dazu in den nächsten Kapiteln kurze Übersichten zu den in Deutschland eingeführten Kostendefinitionen und daran anschließend die Darstellung eines methodischen Konzeptes, nach dem anlagenwirtschaftliche und systemtechnische Kostenbegriffe mit Berechnungsverfahren verbunden werden können, die auch immobilienwirtschaftlichen Anforderungen, zumindest in einer praktisch ausreichenden Annäherung gerecht werden.

In Deutschland ist der Begriff „Bewirtschaftungskosten“ in zwei Rechtsquellen definiert: Bewirtschaftungskosten gemäß Zweiter Berechnungsverordnung und Betriebskostenverordnung BetrKV<sup>78</sup> und Bewirtschaftungskosten gemäß ImmoWertV<sup>79</sup>.

### **Rechtliche Definition der Bewirtschaftungskosten in der II. BV**

Gegenstand dieser Berechnung ist ursprünglich die „Wirtschaftlichkeit von Wohnraum“. Heute gilt das folgende Schema für die gesamte Immobilienwirtschaft. Für diese Berechnung werden 4 Stufen gefordert:

- Grundstücks- und Gebäudebeschreibung
- Berechnung der Gesamtkosten

---

<sup>78</sup> II. BV (2003) und BetrKV (2004)

<sup>79</sup> ImmoWertV (2010)

- Finanzierungsplan
- laufende Aufwendungen und Erträge

Die Ermittlung der laufenden Aufwendungen ist in § 18 der II.BV beschrieben. Sie setzen sich zusammen aus: Kapitalkosten und Bewirtschaftungskosten. Die Bewirtschaftungskosten sind in § 24 der II.BV aufgeschlüsselt:

- Abschreibung
- Verwaltungskosten
- Betriebskosten (nur umlagefähige Betriebskosten)
- Instandhaltungskosten
- Mietausfallwagnis

Dieser Begriff der Bewirtschaftungskosten ist in der deutschen Rechtsprechung tief verankert und hat bis heute, ausgehend von der Wohnungswirtschaft, die gesamte immobilienwirtschaftliche Begriffswelt und das immobilienwirtschaftliche Rechnungswesen geprägt.

### **Rechtliche Definition der Bewirtschaftungskosten in der ImmoWertV**

In der „Verordnung über Grundsätze für die Ermittlung der Verkehrswerte von Grundstücken“ (Wertermittlungsverordnung – ImmoWertV) wird im 3. Teil, 2. Abschnitt, zur Darstellung des Ertragswertverfahrens der Begriff Bewirtschaftungskosten eingeführt. Die Komponenten sind deckungsgleich mit der Definition der Bewirtschaftungskosten in der II. BV:

- Abschreibung
- Verwaltungskosten
- Betriebskosten (nur Betriebskosten des Vermieters)
- Instandhaltungskosten
- Mietausfallwagnis

Als wesentlicher Unterschied zur II. BV wird festgelegt: „durch Umlagen gedeckte Betriebskosten bleiben unberücksichtigt“. In dieser eingeschränkten Festlegung der Bewirtschaftungskosten hat dieser Begriff mit der zugehörigen Kostensystematik Eingang gefunden in die Struktur des DIX (vgl. 3.0 Netto-Bewirtschaftungskosten).

### Betriebskosten

Die Gliederung der immobilienwirtschaftlichen Betriebskosten<sup>80</sup> ist in der Betriebskostenverordnung (BetrKV) geregelt. Sie ersetzt seit 1.1.2004 die Anlage 3 zu § 27 der II. BV. Unverändert sind die 17 Positionen. Änderungen der BetrKV sind kursiv hervorgehoben (Betriebskosten–Definition gemäß II. BV / BetrKV seit 1.1.2004):

1. Öffentliche Lasten des Grundstücks (z.B. Grundsteuer)
2. Kosten der Wasserversorgung (*incl. Eichkosten*)
3. Kosten der Entwässerung
4. Kosten des Betriebs der zentralen Heizungsanlage / der Brennstoffversorgungsanlage / der gewerblichen Lieferung von Wärme / der Reinigung und Wartung von Etagenheizungen (*zusätzlich Gaseinzelfeuerstätten*)
5. Kosten des Betriebs der zentralen Warmwasserversorgungsanlage / der Lieferung von Warmwasser / der Reinigung und Wartung von Warmwassergeräten
6. Kosten des Betriebs der verbundenen Heizungs- und Warmwasserversorgungsanlagen
7. Kosten des Betriebs des maschinellen Personen- oder Lastenaufzugs
8. Kosten der Straßenreinigung und *Müllbeseitigung* (Müllabfuhr) – incl. Kosten des Betriebs von zugehörigen Anlagen (z.B. Müllkompressoren, Müllmengenerfassung)
9. Kosten der Hausreinigung und Ungezieferbekämpfung
10. Kosten der Gartenpflege
11. Kosten der Beleuchtung
12. Kosten der Schornsteinreinigung
13. Kosten der Sach- und Haftpflichtversicherung (*incl. Versicherung gegen Elementarschäden*)
14. Kosten für den Hauswart
15. Kosten des Betriebs der Gemeinschaftsantennenanlage
16. Kosten des Betriebs *der Einrichtungen für die Waschpflege* (maschinelle Wascheinrichtung) – (z.B. *Wäschetrockner, Bügelautomaten*)
17. Sonstige Betriebskosten

---

<sup>80</sup> Der Begriff der „Betriebskosten“ ist in der DIN 18960 inhaltlich gleichlautend, aber für unsere Zwecke wesentlich besser definiert – s. unten

### **Anmerkungen zur Kostensystematik der immobilienwirtschaftlichen Betriebskosten**

Diese 17 Kostenpositionen haben ihren Ursprung in der Wohnungswirtschaft der fünfziger Jahre. Sie wurden auch in der jüngsten Anpassung ohne wesentliche Änderungen übernommen. Es ist auf den ersten Blick ersichtlich, dass die darin festgeschriebenen fachlichen Inhalte und Bestimmungsstücke für den überwiegenden Teil gewerblicher Immobilien ungeeignet sind. Das ist weithin bekannt. Juristen empfehlen für Vertragsgestaltungen bei Mietverträgen eine entsprechende Differenzierung der Position 17 Sonstige Betriebskosten. Das ist für die Anforderungen an Lebenszyklusmodelle aber völlig unzureichend. Es fehlt die oben aufgeführte Systematik der Anlagewirtschaft und insbesondere eine sachlogische Verknüpfung mit Investitionskosten nach DIN 276.

### **Anmerkungen zu Instandhaltungskosten**

In § 28 Instandhaltungskosten, II. BV (gleichlautend in der BetrKV), wird definiert: „Instandhaltungskosten sind die Kosten, die während der Nutzungsdauer zur Erhaltung des bestimmungsgemäßen Gebrauchs aufgewendet werden müssen, um die durch Abnutzung, Alterung und Witterungseinwirkung entstehenden baulichen oder sonstigen Mängel ordnungsgemäß zu beseitigen.“

Da sich die praktische Rechtsprechung bis heute weitgehend an der Struktur der II. BV orientiert, hat sich zur heutigen Normen- und Richtlinien-Welt eine begriffliche Ungenauigkeit fortgeschrieben. Zu den Betriebskosten zählen nach der BetrKV, bzw. der II. BV insbesondere Kosten für Inspektionen und Wartungen an gebäudetechnischen Anlagen bzw. Baukonstruktionen. Gemäß den allgemeingültigen Normen der Industrie (DIN 32 541 Betreiben von Maschinen und vergleichbaren techn. Arbeitsmitteln / DIN 31051 Instandhaltung) gehören diese Tätigkeiten zu dem Oberbegriff Instandhaltung. Die Kostenart „Instandhaltungskosten“ gemäß § 1 BetrKV und § 28 II. BV umfasst aber in der immobilienwirtschaftlichen Praxis ausschließlich „Reparaturen“, also die Tätigkeitsart „Instandsetzungen“ im Sinne der Industrienormen.

### **Anmerkung zum Vergleich von BetrKV und DIN 18960 Nutzungskosten**

Auch für eine durchgängige Erfassung der Kosten des Mieters ist die II. BV unzureichend. Die DIN 18960 ist für diesen Zweck in mehrfacher Hinsicht sehr viel besser geeignet. Sie ist außerdem im Grundaufbau mit der II. BV kompatibel. Die DIN 18960 hat folgende Vorzüge:

- Die DIN 18960 enthält alle wesentlichen Kostenkategorien der Bewirtschaftungskosten gemäß II. BV und der Betriebskosten-Verordnung BetrKV (früher Anlage 3 zu § 27 der II. BV).
- Die DIN 18960 ist in allen Kostenpositionen mit den entsprechenden Positionen der Investition, gemäß DIN 276 verzahnt. Dadurch ergibt sich bereits seit den

Anfängen dieser Norm (1976) die Möglichkeit, auf einer gesicherten Grundlage Lebenszykluskosten systematisch zu erfassen.

- Durch die trennscharfe Unterscheidung zwischen Betriebskosten und Instandsetzungskosten, ist die DIN 18 960 auch kompatibel mit analogen Begriffen des Betriebens aus der technischen Normenwelt.

### **Netto-Bewirtschaftungskosten – Kostenbegriffe des Deutschen Immobilien Index DIX**

1996 begann ein Pilotprojekt, in dem Investoren unter der Leitung von Prof. Dr. Karl Schulte und Prof. Dr. Matthias Thomas in Zusammenarbeit mit der IPD, Investment Property Databank Ltd.) die methodischen Grundlagen für den Deutschen Immobilienindex DIX erarbeiteten. Auf dieser Basis entstand 1998 in Wiesbaden das Dienstleistungszentrum DID, Deutsche Immobilien Datenbank.<sup>81</sup> Der DIX spiegelt die Immobilienperformance für „Bestandsgrundstücke“ als Ergebnis aus einer Kombination von Renditeermittlung und Wertermittlung. Er setzt sich zusammen aus:

- Netto-Cashflow-Rendite (entspricht Erträgen aus Miete, Pacht)
- Wertänderungsrendite (entspricht der Verkehrswertentwicklung)

In diesen beiden Renditekomponenten ist die Netto-Cashflow-Rendite i.d.R. die überwiegende Führungsgröße. Ihre Bestimmungskomponenten sind: Einnahmen (Miete, Pacht, u. dgl.) und Netto-Bewirtschaftungskosten als Kosten des Vermieters. Die Struktur der Netto-Bewirtschaftungskosten entspricht § 18 Bewirtschaftungskosten der ImmoWertV in der Beschreibung des Ertragswertverfahrens (s. oben). Die Netto-Bewirtschaftungskosten sind umgangssprachlich diejenigen Bewirtschaftungskosten, die „beim Vermieter hängen bleiben“. Sie sind damit eine erfolgskritische Größe für die immobilienwirtschaftliche Rendite.

### **Gliederung der Netto-Bewirtschaftungskosten im DIX<sup>82</sup>**

- Management (Verwaltungskosten) 10 -15
- Betriebskosten 14-18
- Instandhaltung (= Instandsetzungen) 40-60
- Vermietung und Verkaufsförderung 5-15
- Erbbauzinsen 1
- Abgeschriebene Mietforderungen 5
- Maklergebühren, Rechtsstreitigkeiten, u.a. 3

---

<sup>81</sup> Das Dienstleistungszentrum DID wurde 2004 in die Muttergesellschaft IPD Investment Property Databank GmbH als deutsche Niederlassung integriert.

<sup>82</sup> IPD Investment Property Databank GmbH, Wiesbaden

Auffallend an dieser Kostengliederung ist neben der Ausklammerung der Kostenkategorie „Abschreibungen“ die Hinzunahme von praxisrelevanten Kosten aus der üblichen Geschäftstätigkeit des Vermieters. Damit ist nicht nur der täglichen Praxis von Gebäudeverwaltern und Hauseigentümern Rechnung getragen worden, sondern es ist auch in methodischer Hinsicht Neuland beschriftet worden:

- Abschreibungen werden deswegen nicht erfasst, weil in den Performance-Index nicht der aktuelle Buchwert, sondern nur der aktuelle Verkehrswert (jährlich ermittelt) eingeht.
- Die systematische Darstellung der realen Kostenstruktur des Vermieters / Gebäudeverwalters spiegelt auch die Folgen von Leerständen und Mietausfällen.

Obgleich die Kostengliederung des DIX als Grundlage für die Bewertung der Immobilienperformance im Ganzen gesehen ein großer Erfolg ist, bleibt ihr methodischer Mangel durch die Weiterführung der immobilienwirtschaftlichen Systematik der Bewirtschaftungskosten problematisch. Er ist für die Ermittlung von Lebenszykluskosten keine unmittelbar geeignete Grundlage. Das gilt besonders dann, wenn gewerkebezogene Ausschreibungen und Vergabeverfahren angewendet werden. Für komplexe Vorhaben mit Vergaben an Generalunternehmen / Generalübernehmer oder darüber hinausgehend in BOT- oder PPP-Projekten sind rein immobilienwirtschaftlich orientierte Ermittlungen von Lebenszykluskosten zwar möglich, aber dennoch ohne Bezugnahme auf anlagenwirtschaftliche Regelwerke nicht empfehlenswert. Das Hauptproblem ist die immobilienwirtschaftlich nicht darstellbare Beschaffung von Produkten und Bauleistungen auf den systemtechnischen Bauteilebenen.

Eine ausschließliche Bezugnahme von Folgekosten, die auf die gesamte Immobilie und nicht auf deren Bestandteile gerichtet ist, wäre zwar möglich, verfehlt aber die Differenzierung in Bauwerksbestandteile und deren unterschiedliche Beiträge zur Energieeffizienz, Nachhaltigkeit und zur Nutzungsqualität. Dann können außerdem innovative Produkte mit hohen Effizienzvorteilen oder Produkte mit überragenden Nutzungsdauern nicht als Werttreiber identifiziert und damit auch nicht zum Gegenstand systemtechnischer Lebenszyklusbetrachtungen gemacht werden.

Die Systematik der Darstellungen im Kostennavigator in der Abbildungsreihe im Anhang: Abb. A 12 bis Abb. A 14 verdeutlicht, dass diese Welten nicht unvermittelt nebeneinander stehen müssen. Es bestehen aber fundierte Übersetzungsmöglichkeiten und damit auch Voraussetzungen für die Entwicklung lebenszyklusorientierter Bewirtschaftungsmodelle. Die in Kap. 8.2 vorgeschlagene Vorgehensweise für lebenszyklusorientierte Ausschreibungen ist aus den genannten Gründen dennoch primär technologisch-bauwirtschaftlich ausgerichtet. Sie führt aber von Anfang das Rüstzeug mit sich, immobilienwirtschaftlich anschlussfähig zu sein.

## 6.2.2 Eignung bauwirtschaftlicher Regelwerke für die Erfassung und Gliederung von Lebenszykluskosten

Im Hinblick auf Kostenbegriffe und die Methodik der Kostenerfassung sind zwei bauwirtschaftliche Regelwerke fundamental: Die DIN 276 Kosten im Bauwesen, Teil 1 - Hochbau und das für die Vergabe von Bauleistungen notwendige Regelwerk Standardleistungsbuch StLB für Ausschreibungstexte.

### Kostengliederung der Investitionskosten nach DIN 276

Die DIN 276-1 Kosten im Bauwesen, Teil 1 Hochbau, enthält eine Kostengliederung, die als allgemeingültiger Branchenstandard seit Jahrzehnten eine Gültigkeit erlangt hat, die in keinem Bauvorhaben mehr wegzudenken ist. Die ersten Ausgaben der deutschen Norm (erste Fassung 1934) spiegelten die Zusammensetzung einer Gesamtleistung als Liste baubezogener Branchenbeiträge für den Hochbau. Sie waren somit zugleich eine Abbildung der Branchenstruktur der Bauwirtschaft. In den 70er Jahren kam eine systemtechnische Sicht hinzu. Die Ergebnisse bauwirtschaftlicher Prozesse wurden nach dem englischen Vorbild des Quantity Surveying in funktionale Einheiten gegliedert. Als funktionstragende Einheiten wurden Bauwerksbestandteile, wie tragende Teile, Bekleidungen oder komplette Anlagen mit Versorgungsfunktionen abgegrenzt. In hierarchischer Staffelung enthält die Gliederung der DIN 276 bis zur 3. Stelle Konstruktionen, Anlagen und teilw. Bauteile. Als verbale Ergänzungen werden Komponenten aufgeführt. Dadurch ist eine Mischform aus funktionaler und branchenbezogener Systematik entstanden, die heute einheitlich auch in der Schweiz und in Österreich als ebenso anerkanntes wie intensiv genutztes Ordnungssystem verwendet wird.

Die ursprüngliche Form der Bauwerksgliederung nach Gewerken ist bis heute Grundlage des Bauens und im Standardleistungsbuch StLB<sup>83</sup> geregelt. Die 3-stellige Gewerkeleiste wurde bis 1993 auch in den Ausgaben der DIN 276 parallel zur funktionalen Gliederungsform mitgeführt. Das Regelwerk des StLB. eignet sich für die Ausarbeitung von Leistungsverzeichnissen und der Festlegung von Vergabeeinheiten, es eignet sich aber nicht unmittelbar als methodische Grundlage für die Erfassung von Lebenszykluskosten und zugeordneten nachhaltigen Qualitäten, weil vielen Leistungspositionen, wie z.B. „Verlegen“, „Montage“ und anderen Verrichtungen kein Lebenszyklus zukommt.

Die DIN 276 ist durch die Abgrenzung funktionaler Einheiten besser geeignet um Lebenszyklusobjekte zu identifizieren. Sowohl Herstellungskosten wie daran gebundene Folgekosten lassen sich auf verschiedenen Hierarchiestufen den Kostengruppen der DIN 276 und damit Lebenszyklusobjekten zuordnen. Allerdings muss dazu die Systeme-

---

<sup>83</sup> StLB (2010)

matik der DIN 276 Hierarchieebenen auf die 4.-6. Gliederungsebene erweitert werden. Das wird deutlich, wenn es darum geht, für die Ermittlung von Erneuerungskosten die verfügbaren Nutzungsdauertabellen anzuwenden. Diese Tabellen beruhen auf Bauteildefinitionen, die nicht in der 3-stelligen Standardgliederung der DIN 276, sondern in darüber hinaus gehenden Untergliederungen darstellbar sind.

Die DIN 276 umfasst die Gesamtheit aller Kostengruppen als Spektrum von Herstellungsaufgaben, die sowohl den bauwirtschaftlich-technologischen Entstehungsprozess spiegeln, als auch eine systematische Grundlage für Folgeprozesse im Betreiben eröffnen. Im erweiterten Zeithorizont der Lebenszyklen des Gebauten überschreiten wir damit aber das ausschließlich auf Bauleistungen konzipierte Muster der DIN 276 und betrachten dann Bauwerk-Gliederungen nicht nur als Handlungsrahmen von Planungs- und Bauabläufen, sondern zusätzlich als Mittel der Strukturierung von Nutzungs- und Betriebsprozessen. In den folgenden Kapiteln wird diese Grenzüberschreitung in Form anlagenwirtschaftlicher Kostengliederungen erkennbar. Sie entstehen durch Verbindung der DIN 276 Gliederung für Bauteile und der Zuordnung von Folgekostenarten.

### **DIN 18960 Nutzungskosten im Hochbau**

Die DIN 18960 wurde erstmalig 1976 unter der Bezeichnung „Baunutzungskosten von Hochbauten“ als Weißdruck veröffentlicht. Die Urheber und ursprünglichen Anwender kamen aus dem Bereich der öffentlichen Verwaltung. Im Vordergrund standen daher auch Bewirtschaftungsprozesse eigengenutzter Gebäude. Die 1999 und aktuell 2008 erschienenen Neufassungen dieser Norm haben die Grundstruktur beibehalten.

- Grundlage der Systematik der Nutzungskosten sind die anlagenwirtschaftlichen Prozessbegriffe des Betriebens (DIN 32 541)<sup>84</sup>. Dadurch ist die DIN 18960 mit den Regelwerken des Maschinenbaus und der Gebäudetechnik kompatibel (allerdings nur in der Grobstruktur)
- Die anlagenwirtschaftliche Prozesskategorie „Wartung“ enthält auch Reinigungsleistungen. Da Reinigung aber ein herausragender Kostenblock im Betreiben von Gebäuden darstellt, wurde dafür die Kostenkategorie „Reinigung und Pflege“ gesondert eingeführt.

---

<sup>84</sup> DIN 32 541 (1977)

- Die Prozesse der Anlagenwirtschaft haben in den Grundnormen des Betriebens und Instandhaltens den Energieaspekt ausgeblendet.<sup>85</sup> In der DIN 18960 wurde deswegen die eigene Kostenkategorie „Ver- und Entsorgung“ eingeführt. Sie ist inhaltlich in Übereinstimmung mit der Kostenkategorie „Bedarfs- (Verbrauchs-) gebundene Kosten“ der VDI 2067.

Die im Maschinenbau eingeführte dreiteilige Gliederung der Instandhaltungskosten (Inspektionen/ Wartungen/ Instandsetzungen) wurde in der DIN 18960 in zwei getrennte Kostenblöcke überführt: Inspektionen und Wartungen als Teil der Betriebskosten (KG 300 DIN 18960) und Instandsetzungskosten (KG 400 DIN 18960). Dadurch wurde auch eine Brücke geschlagen zwischen anlagenwirtschaftlichen Kostengliederungen und der immobilienwirtschaftlichen Auftrennung in umlagefähige „Betriebskosten“ der II. BV (Betriebskosten) und die vom Vermieter zu tragenden nicht umlagefähigen „Instandhaltungskosten“ (entspricht Instandsetzungskosten). Wie oben ausgeführt, ist leider in der juristisch verankerten Terminologie der Wohnungs- und Immobilienwirtschaft dieser Unterschied nicht nachvollzogen worden.

Die Untergliederung der Nutzungskosten (DIN 18960) erfolgt durch Zuordnung der Hauptgruppen der DIN 276 in einer Matrix. Z.B. wird für die Nutzungskostenart „Wartung“ für alle investiven Kostengruppen durchdekliniert, welche Anlagen und Bauteile gewartet werden können. Aus der Matrix-Zuordnung resultiert dann der nicht hoch genug zu bewertende Vorteil einer Kostengliederung nach Lebenszyklusobjekten (s. Kap. 6). D.h. ein DIN 276 Bauteil, z.B. eine Außenwand, wird gleichermaßen zum Kostensammler für Erstkosten und für Folgekosten. Dieser Sachverhalt wird zum methodischen Ausgangspunkt für die Systematik der Lebenszykluskosten.

### **Bauwirtschaftliche Ansätze zur Berechnung von Lebenszykluskosten**

Ein bemerkenswertes Rechenmodell zur Ermittlung von Lebenszykluskosten hat Prof. C.-A. Graubner 2006 vorgestellt<sup>86</sup>.

---

<sup>85</sup> In der für den Maschinen- Anlagenbau fundamentale Norm DIN 32541 Betreiben von Maschinen und vergleichbaren technischen Arbeitsmitteln und der darauf aufbauenden für die Gebäudetechnik richtungsweisende VDI-Richtlinie 3801 Betreiben von raumluftechnischen Anlagen ist auf das Bedienen und Instandhalten ausgerichtet und gibt keinerlei Hinweise auf energetische Prozesse.

<sup>86</sup> Vgl. Graubner (2006). Grundlage war eine Diplomarbeit von G.W. Riegel (2004). Eine aktuelle Einführung in Form eines Handbuchs und Einbeziehung von Ökobilanzen hat das Autorenteam König,H / Kohler,N / Kreißig,J. / Lützkendorf,T veröffentlicht – vgl. König et.al. (2009)

### 6.2.3 Vorbildliche Regelwerke der Gebäudetechnik für lebenszyklusorientierte Kostenermittlungen

Die heute in allen Industrieprozessen verbreitete Fachrichtung der Anlagenwirtschaft ist als Kombination aus Systems Engineering und Betriebswirtschaftslehre ursprünglich aus dem Tätigkeitsbereich der industriellen Instandhaltung hervorgegangen.<sup>87</sup> Ausgerichtet waren diese Ansätze auf die kostenoptimale Gestaltung von Arbeitsabläufen und später auf die Ermittlung von Prozesskosten in der Instandhaltung. Zu den wichtigsten Zielen gehören die Beeinflussbarkeit von Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit von technischen Anlagen.<sup>88</sup>

In Verbindung mit der systemtechnischen Gliederungsstruktur der DIN 276 haben sich anlagenwirtschaftliche Regelwerke vor allem für die Gebäudetechnik bewährt. Sie sind in einer durchgängigen Systematik im Verbund vom VDI (Verein Deutscher Ingenieure), des VDMA (Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau) und der AMEV (Arbeitskreis Maschinen- und Elektrotechnik staatlicher und kommunaler Verwaltung)<sup>89</sup> in mehreren Jahrzehnten kontinuierlicher und abgestimmter Entwicklungsarbeit entstanden. Die in Tabelle A 3 dargestellten Übersichten enthalten die für Kostenbegriffe und Wirtschaftlichkeitsberechnungen wichtigsten Normen und Richtlinien. Gemeinsame Grundlage sind die im Maschinenbau und Anlagenbau etablierten Normen DIN 32541<sup>90</sup> und die damit eng verbundene DIN 13306<sup>91</sup>. Durch die Verknüpfung der bauwirtschaftlichen DIN 276 mit Prozessbegriffen des Maschinen- und Anlagenbaus und darauf aufbauenden Berechnungsverfahren entsteht für die Ermittlung von Lebenszykluskosten eine durchgängige methodische Basis. Zwar beziehen sich die Anwendungsbereiche dieser Regelwerke ausschließlich auf Anlagen der Gebäudetechnik, deren Systematik ist aber übergreifend auch für alle Bestandteile eines Bauwerkes von Interesse, denn sie erfüllen durchweg folgende Anforderungen:

- Erstkosten sind sowohl als Investitionskosten (bei Neubauten, Umbauten), als auch für Instandsetzungsmaßnahmen und Erneuerungsmaßnahmen in Form von kapitalgebundenen Kosten (vgl. VDI 2067<sup>92</sup>) auf der Grundlage von Kostenarten der DIN 276 darstellbar.

---

<sup>87</sup> Wegbereiter dieser Entwicklung waren Prof. W. Männel (vgl. Männel 1997) und Dr. Rolf Ruthenberg (Ruthenberg 1990)

<sup>88</sup> Eine aktuelle Übersicht haben T. Nebel und H. Prüß veröffentlicht – vgl. Nebel / Prüß (2006)

<sup>89</sup> Die in Deutschland umfangreich entwickelten Regelwerke des VDI (Verein Deutscher Ingenieure) und des VDMA (Verband Deutscher Maschinen und Anlagenbau) sind durchgängig untereinander kompatibel und bauen auf dem deutschen Normenwerk auf. Der Arbeitskreis Maschinen und Elektrotechnik staatlicher und kommunaler Verwaltung AMEV hat diese Ansätze praktisch vertieft und ist ebenfalls zu den vorrangegangenen Regelwerken kompatibel. Entstanden ist ein für die Technik einzigartiges System von Regelwerken, das sich nun für Anforderungen lebenszyklusorientierter Methodik als geeignete Grundlage erweist.

<sup>90</sup> DIN 32541 (1977) Betreiben von Maschinen und vergleichbaren technischen Arbeitsmitteln

<sup>91</sup> DIN 13306 (2001) Begriffe der Instandhaltung.

<sup>92</sup> VDI 2067 (2000) Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen)

- Instandhaltungsprozesse benötigen eine methodische Grundlage: die Gliederung einer Maschine oder Anlage in ihre Bestandteile. Daraus abgeleitet werden Leistungsbeschreibungen für „Instandhaltungsbedürftige Bauteile“<sup>93</sup> und Stücklisten für die Beschaffung und Lagerhaltung von Ersatzteilen.
- Verknüpfung der Prozesse des Betriebens (ohne Energieaspekt<sup>94</sup>) mit Aufwandsermittlungen für Energieverbrauch. So wurde in der VDI 2067 die für die Versorgungstechnik wichtige Kategorie „Bedarfs-(Verbrauchs-) gebundene Kosten“ eingeführt.
- Einheitliche Terminologie bei Zeitbegriffen, insbesondere die rechnerische Nutzungsdauer.
- Anwendung finanzmathematischer Rechenmodelle. Dafür wurde übergreifend zu allen VDI Richtlinien die VDI 6025<sup>95</sup> eingeführt.

Die aus dem Maschinen- und Anlagenbau in die Gebäudetechnik übertragene und anwendbar gemachte Systematik der Prozesse und daraus abgeleitete Leistungsprogramme für die Instandhaltung und die an Wiederbeschaffungskosten orientierten Kennwerte für Wirtschaftlichkeitsberechnungen haben bis heute für Baukonstruktionen und bauliche Anlagen keine gleichwertigen Parallelen. Wie im folgenden Kapitel dargestellt wird, gibt es aber durch die DIN 18960 dafür eine Wegbahnung (s. oben). Sie zeigt, dass eine solche Übertragung nicht nur möglich, sondern auch in systemtechnischer Hinsicht nötig ist. Für diese Weiterentwicklung nach dem Vorbild der Gebäudetechnik gibt es vor allem für den Entwurf von Fassaden- und Dachkonstruktionen in Verbindung mit Verbesserungen der Energieeffizienz und der Erfüllung von EnEV - Forderungen bzw. übergreifenden Nachweisen in Zertifizierungsprozessen einen wachsenden Bedarf.

### **Anlagenwirtschaftlich ausgerichtete Regelwerke als Grundlage für Ausschreibungen und Vergaben**

Für die Anwendung der anlagenwirtschaftlich ausgerichteten Regelwerke der Gebäudetechnik und der DIN 18960 in Ausschreibungsverfahren müssen Arbeitsregeln beachtet werden, da jede der aufgeführten Normen und Richtlinien für sich alleine unzureichend ist: Die Nutzungskosten-Systematik der DIN 18960 ist für gewerkebezogene Ausschreibungen nur in Teilen relevant. So werden i.d.R. in Ausschreibungen die Kostenarten Kapitalkosten und Verwaltungskosten nicht benötigt. Solche Kostenarten entsprechen den organisatorischen Erfordernissen in Bewirtschaftungsprozessen und sind

---

<sup>93</sup> Ruthenberg (1990)

<sup>94</sup> In der DIN 32541 und allen darauf aufbauenden Regelwerken des Maschinen- und Anlagenbaus ist der Energieverbrauch als Kostenkategorie nicht enthalten

<sup>95</sup> VDI 6025 Betriebswirtschaftliche Berechnungen für Investitionsgüter und Anlagen. Die Fassung von 1996 wird derzeit in einem VDI Richtlinienausschuss überarbeitet.

kein Ausschreibungs- und Vergabeinhalt, da sie auf Gebäude als Ganzes, und nicht auf Bauteile und Produkte gerichtet sind.

Die Regelwerke des VDI und die verschiedenen VDMA-Leistungsprogramme und entsprechenden AMEV-Richtlinien haben eine jeweils unterschiedliche Spezialisierung. Folglich müssen sie spezifisch für Ausschreibungsprozesse ausgewählt und kombiniert werden.

Kostengliederungen anlagenwirtschaftlicher Regelwerke beziehen sich i.d.R. nur auf Kosten innerhalb der Nutzungsdauer einer Anlage oder eines Anlagen-Bestandteils. Deswegen müssen nach dem Lebenszyklusansatz die zeitlich vor- und nachgelagerten Kostenkategorien ergänzt werden. Für Baukonstruktionen (Kostengruppe 300 DIN 276) sind durchweg Systematiken in Analogie zur VDI 2067 / VDI 6025 noch komplett zu erarbeiten.

### **6.2.4 Eignung der Kostengliederungen des Gebäudemanagement und Facility Management**

Die heute in deutschsprachigen Regelwerken grundlegenden Richtlinien für das Facility Management sind die DIN 32736 Gebäudemanagement<sup>96</sup> und die Europäische Normenreihe DIN EN 15221-1 (2006)<sup>97</sup> und EN 15221-2 (2009). Diese erfolgreich eingeführten Regelwerke enthalten leider keine operativen Grundlagen zu Kostenermittlungen. Die erste Kostengliederung im Facility Management ist das 2000 erschienene Beiblatt zur DIN 32736 Gebäudemanagement. Es enthält den Vergleich der in der DIN 32736 ausschließlich prozessorientierten Grundbegriffe mit den Kostengliederungen der DIN 18960 und der II. BV. Dieser Brückenschlag war zum damaligen Zeitpunkt hilfreich, wurde aber dann durch die konsequenten Arbeiten am Richtlinienwerk der GEFMA wesentlich weitergeführt<sup>98</sup>. Kostenbezogene Basis-Regelwerke sind:

- GEFMA 100-1 Facility Management, Grundlagen (Entwurfssfassung 2004)  
Es geht um die Zusammenführung von Kosten aus unterschiedlichen Lebenszyklusphasen einer Facility in einem standardisierten Phasenmodell.
- GEFMA 200 Kosten im Facility Management (2007)<sup>99</sup>  
Diese Richtlinie ist kompatibel mit DIN 276 und DIN 18960. Deren Verknüpfung wird methodisch beschrieben.

---

<sup>96</sup> DIN 32736 (2000)

<sup>97</sup> DIN EN 15221-1 (2006)

<sup>98</sup> Vgl. GEFMA (2010) – Ein umfangreiches System von Regelwerken baut auf Normen und relevanten deutschen Richtlinien auf. Es vermittelt neben begrifflichen Grundlagen und einer durchgängigen Kostensystematik auch wesentliche Prozessaspekte, die in Normen und technischen Regelwerken bisher nicht oder nur teilw. beachtet wurden.

<sup>99</sup> GEFMA 200 (2007) „Kosten im Facility Management“

### **Berechnung der Lebenszykluskosten nach DGNB / BNB und GEFMA**

Für die gesamtheitliche Erfassung von Lebenszykluskosten ist die Berechnungsvorschrift im Ermittlungsverfahren des Bewertungssystems nach DGNB (2009) und aktuell im daraus abgeleiteten System des BNB<sup>100</sup> ein Meilenstein. Es baut auf den zuvor beschriebenen Basisrichtlinien DIN 276 und DIN 18960 auf, unter Einbeziehung der VDI 2067 für Anlagen der Gebäudetechnik. Dieses für Zertifizierungen beschriebene Verfahren zur Ermittlung von Lebenszykluskosten ist auch für die Planungspraxis und das Projektmanagement von Baumaßnahmen im Lebenszyklusansatz eine Grundlage, die lange gefehlt hat. Da dieses Regelwerk auf das Gesamtsystem Gebäude ausgerichtet ist – und das ist ein notwendiger Ansatz – können aber damit Berechnungen von bauteilorientierten Lebenszykluskosten nur bedingt durchgeführt werden. Besonders für Ausschreibungszwecke sind für strategische Bauteile und Produkte Nachhaltigkeitsbewertungen erforderlich, in denen auch Lebenszykluskosten auf der Bauteilebene berechnet werden können. Das ist ein Anliegen der vorliegenden Forschungsarbeit. In Kap. 6 wird dazu ein Entwurf vorgestellt. Die hier vorgeschlagenen Kostenermittlungen für Bauteile und Bauwerk-Subsysteme sind zum gebäudeorientierten Ansatz der des DGNB- / BNB-Systems eine Ergänzung.

Die auf der GEFMA 200 aufbauende neu erschienene GEFMA 220-1 und 220-2 Lebenszykluskostenrechnung im FM<sup>101</sup> ist mit dem Ansatz des DGNB / BNB vergleichbar. Der hohe methodische Detaillierungsgrad und das beigefügte Berechnungsmuster sind aber ebenfalls auf Gebäude als Gesamtobjekt ausgerichtet. Bemerkenswert sind methodische Hinweise auf unterschiedliche Objektebenen auf Basis der DIN 276, in denen auch die Bauteilebene angesprochen wird. Allerdings fehlen dazu spezifische Ausarbeitungen.

### **Berechnung der Lebenszykluskosten im Benchmarking**

Für die gesamtheitliche Erfassung von Lebenszykluskosten auf der Basis von Benchmarkingsystemen haben sich verschiedene Systeme etabliert. Vgl. CREIS<sup>102</sup>, IFMA / GEFMA<sup>103</sup>.

## **6.3 Lebenszyklus-Kostenarten bauteilbezogener Lebenszyklusobjekte**

Die folgende Systematik der Kostengruppen zur Ermittlung von Lebenszykluskosten ist durchgängig bauteilorientiert, in den zuvor ausgewiesenen geeigneten Regelwerken

---

<sup>100</sup> Die BNB-Bewertungskriterien für Bundesbauten (Bewertung Nachhaltiges Bauen) sind seit 2010 im Internet einsehbar

<sup>101</sup> GEFMA 220-1 / 220-2(2010) „Lebenszykluskostenrechnung im FM“.

<sup>102</sup> CREIS in [www.creis.net](http://www.creis.net)

<sup>103</sup> GEFMA 250 Benchmarking in der Immobilienwirtschaft 2011

verankert und auf die Erfordernisse von Beschaffungsprozessen und Vergabeverfahren ausgerichtet.

### **6.3.1 Erstkosten und Folgekosten von Bauteilen - Kombination von DIN 276 und DIN 18960**

Die Kombination von DIN 276 und DIN 18960 ist ausreichend, um alle bauteilbezogenen Lebenszykluskosten zu ermitteln. Betrachtet werden ausschließlich Bauteile / Komponenten nach der DIN 276 in den KG 300 und 400 (Bauwerk) und KG 500 Außenanlagen. Die KG 600 Ausstattung und Kunstwerke wird in unserer Untersuchung nicht betrachtet<sup>104</sup>. Zur Ermittlung der Bauteil-Folgekosten in der Bestandsphase, die innerhalb der Nutzungsdauern entstehen, werden entsprechende Kostengruppen der DIN 18960 verwendet. Dadurch ist eine präzise Abgrenzung von Folgekostenarten möglich, weil Baukonstruktionen und Technische Anlagen in den Kostengruppen der DIN 276 definiert sind und zugleich in der DIN 18960 für die Differenzierung der Nutzungskosten ausgewiesen sind.

#### **Bauteilbezogen nicht relevante Kostengruppen der DIN 276**

Die DIN 276 Kostengruppen 100 Grundstück und 200 Herrichten und Erschließen gehören nicht zu den betrachteten Lebenszyklusobjekten „Bauwerk“ (KG 300 + KG 400) bzw. „Außenanlagen“ (KG 500).

#### **Bauteilbezogen nicht relevante Kostengruppen der DIN 18960**

Anstelle der DIN 18960 Kostengruppe 100 Kapitalkosten werden Investitionskosten nach DIN 276 verwendet. Die DIN 18960 Kostengruppe 200 Objektmanagementkosten (Verwaltungskosten) kann sinnvoll nur auf Einzelbauwerke oder Liegenschaften mit mehreren Immobilien angewendet werden. Die Berechnung anteiliger Objektmanagementkosten auf der Bauteilebene ist für die Bauteilebene und i.d.R. auch für Bauwerk-Subsysteme nicht sinnvoll. Damit spielen sie i.d.R. keine Rolle in Beschaffungsprozessen.

#### **Betrachtetes Zeitintervall der Kostenberechnung**

Zeitschnitte für Berechnungen erfolgen in 5-Jahres-Sprüngen (i.d.R. 10 bis 30 Jahre, selten bis 50 Jahre)

### **6.3.2 Bauteil-Kostenartenprofil nach Lebenszyklusphasen**

Für ein identifizierbares konkretes Bauteil lassen sich nach der Definition der Lebenszyklusphasen für jede Phase Kostenarten aus der DIN 276 oder der DIN 18960 zuordnen. Tabelle A 6 beschreibt das Schema der Kostenarten:

#### **LEBENSZYKLUSPHASE 1 – Erstinvestition (nach DIN 276)**

##### **Erstkosten von Bauteilen**

Erstkosten von Bauteilen sind der Aufwand für Planung, Beschaffung und Errichtung eines Bauteils in der Investitionsphase. Betrachtet werden ausschließlich Bauteile / Komponenten nach der DIN 276 in den KG 300 und 400 (Bauwerk) und KG 500 Außenanlagen. Die KG 600 Ausstattung und Kunstwerke wird in unserer Untersuchung nicht betrachtet.<sup>105</sup>Zur Ermittlung der Bauteil-Investitionskosten der Anfangsinvestition werden diese Kostengruppen in Verbindung mit KG 700 verwendet.

#### **LEBENSZYKLUSPHASE 2 – Bauteil-Nutzungskosten in der Bestandsphase (nach DIN 18960)**

Bauteil-Nutzungskosten für Bauteile sind Bauteil-Betriebskosten und Bauteil-Instandsetzungskosten.

##### **Bauteil-Betriebskosten**

Betriebskosten von Bauteilen werden nach DIN 18960 für die Kostenarten der Kostengruppe 300 Betriebskosten ermittelt. Abhängig von den Bauteileigenschaften werden zur LZK-Ermittlung dem Bauteil oder einer Bauteilklasse (mit gleichen Eigenschaften) bestimmte Kostenarten der KG 300 ausgewählt.

##### **Bauteil-Instandsetzungskosten**

Instandsetzungskosten von Bauteilen werden nach DIN 18960 für die Kostenarten der Kostengruppe 400 Instandsetzungskosten ermittelt. Abhängig von den Bauteileigenschaften werden zur LZK-Ermittlung dem Bauteil oder einer Bauteilklasse (mit gleichen Eigenschaften) bestimmte Kostenarten der KG 400 ausgewählt.

#### **LEBENSZYKLUSPHASE 3 – Kosten in der Verwertungsphase (nach DIN 276)**

##### **Bauteilbezogene Verwertungskosten**

Die Verwertungsphase ist die dritte und letzte Phase im Lebenszyklus eines Bauwerkes bzw. einer Immobilie. Für mobile Güter, wie Maschinen oder Geräte ist der be-

---

105

triebswirtschaftliche Ausdruck „Verwertung“ seit langem gebräuchlich. Damit werden in erster Linie Ertragsmöglichkeiten durch Weiterverwendung anderer Nutzer betrachtet. Das methodische Schlüsselglied ist in zeitlicher Hinsicht die Entscheidung, Nutzungsdauern zu beenden. Wenn dann noch Nutzungspotenzial besteht, geht es um Ermittlung dem Restwert (gemäß Anlagenbuchhaltung) und der geschätzten Restlebensdauer.

Verwertungskosten entstehen nach der Beendigung einer Nutzungsdauer durch die Einleitung von Verwertungsprozessen, insbesondere durch den Entsorgungsprozess.

Verwertungskosten werden nach den entsprechenden Kostengruppen der DIN 276 (Abbruchmaßnahmen, Entsorgung) in den dafür vorgesehenen 3-stelligen Kostengruppen unter „Sonstiges“ erfasst (vgl. Bauteilbezogene Erneuerungskosten). Für Planungs- und Organisationsleistungen des Prozesses der Verwertungsphase des Bauwerks bzw. der von Bauwerksteilen kommen Kosten gemäß KG 700 hinzu.

### **FORSCHUNGSAUFGABE:**

#### **Abgrenzungsprobleme zwischen Entstörungen und Instandsetzungen**

Ein Anwendungsproblem der Kostengruppe 351 Bedienen der Technischen Anlagen nach DIN 18960 entsteht bei „Entstörungen“, die wie in den Regelwerken des Maschinen- und Anlagenbaus zum „Operating“ gehören und keine Instandsetzungen sind. In der Praxis werden sie aber nicht immer klar von Instandsetzungen abgegrenzt und sind somit trotz Einsatz von Instandhaltungssoftware nicht auswertbar. Für den Lebenszyklusansatz und eine entsprechende Eingabe von Auftragsdaten hat sich dafür folgende Regel bewährt: Die Behebung von Störungen ohne Ersatzteile sind „Entstörungen“. Deren Kosten gehören zu den Betriebskosten. Die Behebung von Störungen mit Ersatzteilen sind „Instandsetzungen“. Diese Regel ist in der betrieblichen Praxis zu prüfen.

### **FORSCHUNGSAUFGABE:**

#### **Bauteilbezogene Service- und Energiekosten**

Die Aufteilung der Nutzungskostenarten in bauteilbezogene Service- und Energiekosten wurde für Ausschreibungen und Angebotsauswertungen entwickelt. Sie ermöglicht eine Vereinfachung bei der Auswahl der für Bauteile (LZO3) und Subsysteme (LZO2) relevanten Nutzungskostenarten. In durchgeführten Vergabeverfahren haben sich dabei die Abfragen energetischer Bauteil- und Anlagendaten bewährt. In Verbindung mit Prozess- und Zeitmodellen des Betriebens können sich ggf. für Entscheider Bewertungsmöglichkeiten der „energetischen Güte“ und der „Güte des Betriebens“ alternativer Bauteile, bzw. Produkte ergeben.

In der betrieblichen Praxis ist zu klären, inwieweit bauteilbezogene Servicekosten als Zusammenfassung aus bestimmten Bauteil-Betriebskosten (ohne Versorgung / Entsorgung) und Bauteil-Instandsetzungskosten (ohne Erneuerungskosten) erfasst und in Kennwerten dargestellt werden können.

Bestimmte Energiekosten lassen sich auf Bauteilebene ermitteln. Dazu gehören Verbrauchswerte durch elektrische Antriebe, elektronische Funktionen und Standby-Kosten, u. dgl. In der EnEV gehört dazu die Verbrauchsart „Hilfsenergie“. Zu klären ist, ob sich daraus für bauteilorientierte Bewertungsverfahren geeignete Kriterien ableiten lassen.

## **FORSCHUNGSAUFGABE:**

### **Bauteil-Verwertungskosten und Verwertungserträge**

Verwertungskosten für ein systemtechnisch bestimmtes Bauteil-Lebenszyklusobjekt entstehen entweder durch Entsorgungsprozesse oder durch den Übergang in weitere Nutzungsphasen. In bestimmten Fällen können Verwertungskosten Verwertungserträgen gegenüberstehen:

- Wenn nach Entsorgungsprozessen in Anschluss an Recyclingverfahren wieder verwertbare Materialien entstehen
- Wenn mit der Einleitung weiterer Nutzungsphasen (z.B. durch Verkauf zum Restwert) die Erschließung des noch vorhandenen Nutzungspotenzials möglich ist

Im Interesse der Nachhaltigkeit von Lebenszyklusobjekten sind solche ertragsorientierten Prozesse in der Verwertungsphase anzustreben. Daraus ergeben sich auch in Zertifizierungen von Bestandsgebäuden wichtige Gesichtspunkte für das Zertifizierungsurteil:

- Die Vorgeschichte einer vorhandenen Bausubstanz wird durch Ökobilanzen bewertet und ist für die Beurteilung bauteilbezogener Verwertungsprozesse von Bedeutung (z.B. Belastungen durch Asbest, PCB, u.dgl.)
- Generell ist die Recyclingfähigkeit von Lebenszyklusobjekten als Nachhaltigkeitsgesichtspunkt vorteilhaft.

Zu klären ist das Verhältnis von Kosten und Erträgen in Abhängigkeit von Bauteilklassen, bzw. Materialarten und Zusammenhänge mit entsprechenden Ökobilanzen von Produkten.

### 6.3.3 Kostenprofile für Bauteil-Erneuerungsketten

Wird ein Bauteil nach einer Anfangsinvestition ggf. mehrfach erneuert, betrachten wir also die Erneuerungskette dieses Bauteils innerhalb der Nutzungsdauer des übergeordneten Bauwerk-Subsystems bzw. Gesamtbauwerks (z.B. Erneuerung eines Fensters innerhalb der Nutzungsdauer einer Außenwand). In diesem Fall wird das 3-teilige Phasenschema des Bauteil-Lebenszyklus erweitert. Die Aufeinanderfolge der Ersatzinvestitionen – die Erneuerungskette – ist eine Wiederholung der 3 Lebenszyklusphasen für jedes erneuerte Bauteil. Darin ist jeweils die Endphase eines Altbauteils (Verwertungsphase) verknüpft mit der Anfangsphase des Ersatzbauteils (Ersatzbeschaffung). Die gesamte Kette ist das in Kap. 5.3.5 definierte Bauteil-Lebenszyklusobjekt (LZO3). Dadurch entsteht ein erweitertes Kostenprofil mit der neuen Kostenart „Bauteil-Erneuerungskosten“. Das Kostenschema in Tabelle A 7 ist eine Erweiterung der phasenbezogenen Kostengliederung nach Tabelle A 6. Es gilt für die Gesamtheit der Bauteile einer Erneuerungskette – vom Anfangsbauteil (Anfangsinvestition) über Zwischenglieder (Ersatzinvestitionen durch Ersatzbauteile) bis zum Endglied mit Abbruch und Entsorgung.

#### DEFINITION

##### **Bauteilbezogene Erneuerungskosten (Kosten von Ersatzinvestitionen)**

Erneuerungskosten von Bauteilen sind in Anlehnung an die VDI 2067<sup>106</sup> Kosten der Ersatzinvestitionen (Ersatzbeschaffungen) von Bauteilen<sup>107</sup>.

Grundlage der Berechnung sind die Erneuerungszyklen der Bauteile. D.h. eine wichtige Bedingung dieser Kostenerfassung ist der im Betrachtungszeitraum sich durch Erneuerung verändernde Bestand. Zur Ermittlung der Bauteil-Investitionskosten von Ersatzinvestitionen werden in Lebenszykluskosten-Prognosen die gleichen Kostengruppen wie bei der Anfangsinvestition zugrunde gelegt. Kosten für Demontage/ Abbruch und Entsorgung der Altbauteile werden nach der DIN 276 den dafür vorgesehenen 3-stelligen Kostengruppen unter „Sonstiges“ zugeordnet. Für Planungs- und Organisationsleistungen des Gesamtprozesses der Erneuerung, inkl. Demontage/ Abbruch und Entsorgung der Altbauteile, kommen Kosten gemäß KG 700 hinzu.

---

<sup>106</sup> In der VDI 2067 wird der Begriff „Erneuerung“ definiert. Er dient der Abgrenzung von laufenden Instandsetzungen an den Komponenten einer Anlage der Technischen Gebäudeausrüstung zu deren Ersatzbeschaffungen (Ersatzinvestitionen). Die laufenden Instandsetzungen werden nach vorgegebenen Kennwert-Tabellen (in %-Sätzen der Investitionskosten) berechnet. Die Ausweitung dieser Berechnungsweise für alle DIN 276 Kostengruppen der Gebäudetechnik wurde zur Prognose der Lebenszykluskosten im BNB- / DGNB-System eingeführt.

<sup>107</sup> In der VDI 2067 werden Bauteile der dort behandelten technischen Anlagen als „Komponenten“ bezeichnet. In unseren Ausführungen werden beide Bezeichnungen synonym verwendet.

### **Kostenartenprofil einer Bauteil-Erneuerungskette (LZO3)**

- (1) Erstkosten des Anfangsglieds der Bauteil-Erneuerungskette
- (2) Bauteilbezogene Betriebskosten einer Bauteil-Erneuerungskette (Summe aller Bauteilbetriebskosten der Bauteile in der Bauteil-Erneuerungskette)
- (3) Bauteilbezogene Instandsetzungskosten einer Bauteil-Erneuerungskette (Summe aller Bauteil-Instandsetzungskosten der Bauteile in der Bauteil-Erneuerungskette)
- (4) Erneuerungskosten einer Bauteil-Erneuerungskette
- (5) Verwertungskosten des Endglieds der Bauteil-Erneuerungskette

Die Tabelle A 8 und die Tabelle A 9 enthalten Beschreibungen dieses Kostenprofils mit Anwendungsbeispielen für Außenfenster und Umwälzpumpen.

### **FORSCHUNGSAUFGABE:**

#### **Erhaltungsaufwand oder Herstellungsaufwand bei Erneuerungen**

Im Steuerrecht und Handelsrecht sind für Abschreibungen die Aspekte „wesentliche Verbesserungen“ und „Erweiterung der Kapazität“ zu beachten. Es ist zu untersuchen, wie bei Erneuerungsmaßnahmen im Bestand diese Fälle kalkulatorisch wirksam werden. Dazu gehören: Große Instandsetzungen oder Sanierungen bzw. Modernisierungen oder Umbauten. In diesen Fällen geht es gemäß Handelsrecht / Steuerrecht entweder um Maßnahmen, die als Erhaltungsaufwand nicht abgeschrieben werden oder um Investitionen, die Abschreibungsmodalitäten unterliegen.

1. FALL: Bauteil-Erneuerung ohne „wesentliche Verbesserungen“
2. FALL: Bauteil-Erneuerung mit „wesentlichen Verbesserungen“

Im 2. Fall ist zu klären, welche Kostenvorteile in Erneuerungsketten Produkt-Innovationen haben und ggf. auch als Treiber von Erneuerungen auftreten.

### **FORSCHUNGSAUFGABE:**

#### **Bauteilbezogene Verwertungskosten im Bauteil-Lebenszyklusobjekt**

Verwertungskosten von bauteilbezogenen Lebenszyklusobjekten sind der an diesen Objekten entstehende Aufwand in den Verwertungsphasen. Dafür unterscheiden wir folgende Fälle:

- Verwertungskosten je Bauteilerneuerungszyklus, inklusive Abbruch und Entsorgung, ggf. Recycling nach Ablauf der Nutzungsdauern von Bauteilen durch periodische Erneuerung (Bauteilersatz im Erneuerungszyklus)
- Verwertungskosten als Endglied einer Zykluskette der Bauteilerneuerung, inklusive Abbruch und Entsorgung, ggf. Recycling nach Beendigung der Lebens-

dauer des Gesamtbauwerks oder von Bauwerksteilen durch Sanierung / Modernisierung / Umbau (Abbruch)

## **FORSCHUNGSAUFGABE:**

### **Instandsetzungskosten und Erneuerungskosten von Bauteilen**

Die Abgrenzung von Instandsetzungskosten und Erneuerungskosten ist in der betrieblichen Praxis oft nicht eindeutig. Zu klären ist auch die alternative Anwendung von DIN 276 und DIN 18960. Folgende Arbeitsthesen sind zu prüfen:

- Erneuerungskosten werden in unserem Ansatz nach der DIN 276 erfasst – und nicht nach der Kostengruppe 400 Instandsetzungen der DIN 18960. Nur dadurch können Bestandsobjekte und deren Instandsetzungen / Sanierungen / Modernisierungen / Renovierungen / Umbauten in der Kontinuität der ursprünglichen Erfassung der Investitionskosten dargestellt – und in Prognosemodellen einheitlich in der gleichen Kostensystematik modelliert werden.
- Durch die einheitliche Anwendung der DIN 276 entsteht ein Modellierungsvorteil: Erneuerungskosten können durchgängig in den systemtechnischen Ebenen - von Bauteilen / Komponenten über Subsysteme bis zum Gesamtbauwerk – über verschiedene Zeitschnitte (z.B. gestaffelt nach Jahrzehnten) in projektbezogenen Erneuerungsszenarien modelliert und analysiert werden
- Durch die Bezugnahme auf Strategische Kostengruppen und Bauteile können innerhalb der Gliederungsstufen der DIN 276 Kostenprofile dargestellt werden, die bauteilbezogen und produktbezogen Entscheidungshilfen im Planungs- und Beschaffungsprozess ermöglichen.
- Die Kontinuität der Erfassung von Investitionskosten und Erneuerungskosten in DIN 276 Kostengruppen ermöglicht ein aufschlussreiches Benchmarking in einfachen Rechenmodellen.

## **FORSCHUNGSAUFGABE**

### **Bauteilbezogene Nutzungsdauerkosten und Erneuerungskosten**

Nutzungsdauerkosten eines Bauteils sind die Summe aller Kosten, die innerhalb dessen Nutzungsdauer durch seine Bauteileigenschaften verursacht werden.

Nutzungsdauerkosten eines Bauteils umfassen dessen gesamte Bauteil-Betriebskosten und denjenigen Teil der Bauteil-Instandsetzungskosten, der innerhalb der Nutzungsdauer des betrachteten Bauteils anfällt.

Zu klären ist, ob sich diese Fokussierung in Lebenszyklus-Rechenmodellen zur Abgrenzung von Erneuerungskosten eignet

**FORSCHUNGSAUFGABE:**

**Kosten nach DIN 276: Anfangsinvestition – Ersatzinvestitionen (Erneuerungen) - Desinvestment**

Klärung der Eignung der DIN 276 für die Darstellung investiver Kosten in Erneuerungsketten

**6.4 Kostenermittlung von Lebenszyklusobjekten – Bauteile – Bauwerk-Subsysteme - Bauwerke**

**6.4.1 Bottom up Kostenermittlung von Lebenszykluskosten**

Durch die in Kap. 5.3.5 eingeführte Definition der nach Systemebenen gegliederten Lebenszyklusobjekte können in der vorgestellten Systematik Lebenszykluskosten von der Bauteilebene auf die mittlere Ebene der Bauwerk-Subsysteme und von dort auf die Gesamtebene des Einzelbauwerks aggregiert werden. Dieses Bottom up Vorgehen haben wir ursprünglich als lebenszyklusorientierte Methodik für die Beschaffung von erfolgskritischen Produkten entwickelt. Die Ergebnisse solcher Aufsummierungen bauteilbezogener Lebenszykluskosten (LZO3) sind aber nur in Teilen vergleichbar mit Lebenszykluskosten-Berechnungen nach BNB bzw. DGNB. Im Bottom up Verfahren werden energetische Kosten nur für den Eigenverbrauch der Bauteile (z.B. Antriebsenergie) erfasst. Es fehlen die Kosten des Energieverbrauchs, die nur für das Gesamtbauwerk bzw. für einzelne Technische Anlagen berechenbar sind. Allerdings können in der Bewertung alternativer Bauteile und Produkte auch diejenigen Eigenschaften der Bauteile einbezogen werden, die einen signifikanten Einfluss auf den Gesamtverbrauch der Bauwerke haben. In eigenen Projekten des Autors wurden durch Variantenrechnungen nach der DIN 18599 und durch thermodynamische Computersimulationen produktalternativen mit Referenzbauteilen verglichen. Abhängig von den daraus errechneten Amortisationszeiten wurden Vergabeempfehlungen begründet. In den Tabellen A 18 – A 20 sind solche bauteilabhängigen Eigenschaften der Energieeffizienz im Kostenprofil berücksichtigt.

Im Bottom up Verfahren fehlen Servicekosten, die nur auf der Anlagenebene (LZO2) auftreten (z.B. Kosten des Bedienens<sup>108</sup>) oder nur Bauwerken als Ganzes (LZO1) zugeordnet werden können (z.B. Verwaltungskosten).

Die aufsteigenden Bearbeitungsstufen – von Bauteilen zu Bauwerk-Subsystemen und weiter zu Bauwerkskosten – sind erforderlich, um in komplexen Ausschreibungen Lebenszykluskosten von der Kostenschätzung bis zur Auswertung von Angebotspreisen im Vergleich aller Kostengruppen beurteilen zu können. Erst eine Gesamtschau von Ausführungsalternativen im Lebenszykluskosten-Zusammenhang ermöglicht die Darstellung nachhaltig wirtschaftlicher und qualitativ wohlbegründeter Vergabe-Optionen.

### **FORSCHUNGSAUFGABE**

In der weiteren Forschung ist zu prüfen, welcher Anteil der gesamten Lebenszykluskosten eines Bauwerks durch bauteilbezogene LZO's erfasst wird<sup>109</sup>. Methodisch ist darüber hinaus zu klären, inwieweit die so erfassten Lebenszykluskosten auch ganzheitlich in gebäudebezogenen Planungsoptimierungen und außerdem in Marketing- und Vertriebsprozessen der Bau- und Zulieferindustrie eingesetzt werden können.

Bauteilbezogene Kosten werden wie bei allen Lebenszyklusobjekten nach den Lebenszyklusphasen in Erstkosten (Investitionskosten der Anfangsinvestition) und Folgekosten aufgeteilt. Folgekosten von Bauteilen spiegeln den an diesen Objekten entstehenden Aufwand für die Ermöglichung der Nutzungsprozesse und Betriebsprozesse dieser Bauteile. Folgekosten lassen sich aufteilen in die Kosten der Bestandsphase (Nutzung und Betrieb) und die Verwertungskosten am Ende des bauteilbezogenen Objektlebenszyklus (Rückbau, Ausmusterung, Entsorgung).

### **6.4.2 Ermittlung der Erneuerungskosten von Bauteilketten**

Eine zentrale Stellung in der Aggregation von Bauteil-Lebenszykluskosten haben Erneuerungskosten. Die Berechnungsgrundlage sind Bauteil-Erneuerungsketten. Die Aggregation folgt Bottom up in der Objekthierarchie auf Basis der DIN 276 innerhalb eines festgelegten Betrachtungszeitraums. Als Gliederungsebenen eignen sich alle Stellen der DIN 276 und deren Erweiterungen.

Da die Bestandteile von Subsystemen LZO2 (z.B. Gebäudehülle) i.d.R. unterschiedliche Nutzungsdauern haben (z. B. haben Fensterdichtungen und teilw. Beschläge eine

---

<sup>108</sup> Vgl. Kosten des Bedienens nach AMEV (AMEV 2000)

<sup>109</sup> Nach den vorliegenden Grobermittlungen ist zu erwarten, dass sich eine Paretoverteilung ergibt mit ca. 80% der gesamten Lebenszykluskosten. Außerdem ist zu untersuchen, wie dieser Anteil abhängig von Kostenarten und Gebäudetypen variiert.

kürzere Lebensdauer als Verglasungen oder Rahmen) müssen für eine Fassade sinnvolle Zeitintervalle für Erneuerungen im konkreten Einzelfall festgelegt werden. Auf der Basis anerkannter Tabellen der Nutzungsdauern bzw. technischer Lebensdauern werden zunächst bauteilbezogen für LZO3-Lebenszyklusobjekte (z.B. Fenster) die Erneuerungszyklen ermittelt. Je Zyklus werden Erneuerungskosten errechnet und dann in die Ebenen LZO2 und LZO1 (Bauwerk) aggregiert.

#### **FORSCHUNGSAUFGABE:**

Clusteranalysen in von den Autoren durchgeführten Lebenszyklusmodellen haben auf der Basis verfügbarer Nutzungsdauertabellen gezeigt, dass sich alle 10 Jahre der Erneuerungsbedarf sprunghaft erhöht. An Hand von Modellrechnungen im Rahmen von Pilotprojekten ist zu prüfen, welche Bauteilklassen zeitabhängig betroffen sind. Damit verbunden sind Anforderungen an Verträge mit Langzeitmodellen (PPP, BOT, u.dgl.). Dazu gehören Regelungen für den Übergabeprozess nach Ablauf einer Vertragslaufzeit (15-30 Jahre). Ggf. nicht durchgeführte Erneuerungen müssen sorgfältig analysiert und dokumentiert werden. Entsprechend zu bewerten sind die Risiken und die sachgerechte Durchführung einer Restwertermittlung in Verbindung mit Optionen zur weiteren Verwertung.

#### **6.4.3 Lebenszyklus-Kostenrechnungen für Subsysteme und Bauwerke**

Werden alle Lebenszykluskosten der Subsysteme bzw. Bauteile für ein Bauwerk aggregiert, ist diese Gesamtsumme nicht gleich der Summe aller Lebenszykluskosten des Gesamtobjektes „Bauwerk“. Hinzu kommen vor allem die Verbrauchskosten thermischer Energie (ermittelbar durch Rechenprogramme nach DIN 18599 oder Computersimulationen). Für das Gesamtobjekt gelten außerdem alle Gliederungspositionen der DIN 18960. Dazu gehören und Kosten des Bedienens und Querschnittskosten, wie Verwaltungskosten, Bewachung u.a. Leistungen des Facility Management.

Lebenszyklus-Kostenrechnungen für Bauwerke bzw. Immobilien sind grundsätzlich parallel bzw. übergreifend zu den bauteilbezogenen Berechnungen erforderlich. Sie liefern den Rahmen für ganzheitliche Optimierungsstrategien. Dadurch können Prioritäten festgelegt und im Budgetabgleich Kostenspielräume ermittelt werden, die es z.B. ermöglichen, Mehrkosten bei Hocheffizienz-Produkten durch überproportionale Einsparungen bei Folgekosten zu akzeptieren.

#### **FORSCHUNGSAUFGABE:**

##### **Verlauf von Nutzungsdauerkosten und Erneuerungskosten in Jahrzehnten**

Da in Prognosemodellen die Summe aller Bauteil-Erneuerungskosten rechnerisch gleich den gesamten Erneuerungskosten des Bauwerks ist, lassen sie sich den Nicht-Erneuerungskosten gegenüberstellen. Das sind Kosten, die innerhalb der Nutzungsdauern aller Bauteile und Bauwerk-Subsysteme entstehen. Wenn man diese Kosten als „Nutzungsdauerkosten“ zusammenfasst und den Erneuerungskosten gegenüberstellt, könnten Kennwerte der Nachhaltigkeit und Dauerhaftigkeit abgeleitet werden.

Bei Betrachtungszeiträumen von mehr als 30 Jahre ist die zeitliche Verschiebung der Anteile zwischen Nutzungsdauerkosten und Erneuerungskosten zu beachten. Dazu sind Modellrechnungen in Pilotierungsprojekten durchzuführen (Darstellung unterschiedlicher Rechenergebnisse bei diskontierten und undiskontierten Ansätzen). Als Hypothese dient folgendes Zeitmuster für Veränderungen von Investitionskosten / Nutzungsdauerkosten / Erneuerungskosten:

Betrachtungszeitraum 10 Jahre

Rang 1: Investitionskosten

Rang 2: Nutzungsdauerkosten

Rang 3: Erneuerungskosten

Betrachtungszeitraum 20 Jahre

Rang 1: Investitionskosten

Rang 1 / Rang 2 (liegen dicht beieinander): Nutzungsdauerkosten

Rang 3: Erneuerungskosten

Betrachtungszeitraum 30 Jahre

Rang 1: Erneuerungskosten

Rang 2: Nutzungsdauerkosten

Rang 3: Investitionskosten

### **FORSCHUNGSAUFGABE:**

#### **Abgrenzung von Nutzungsdauern von Bauwerk-Subsystemen und Bauwerken zu Nutzungsdauern von Bauteilen**

Anders als bei Bauteilen (Komponenten) ist die Nutzungsdauer des Subsystems nur schwer einschätzbar und deswegen nur selten als Berechnungsgrundlage passend. In der Gesamtheit aller Bestandteile eines solchen Objektes sind deren Nutzungsdauern unterschiedlich und nicht synchron.

Die Nutzungsdauer eines Bauwerks ist noch weniger prognostizierbar als deren Subsysteme und deswegen als Berechnungsgrundlage ungeeignet. In der Gesamtheit aller Bestandteile eines solchen Objektes sind deren Nutzungsdauern oft in großer Bandbreite unterschiedlich und nicht synchron. Zu klären sind sinnvolle Zeitschnitte für Prognosemodelle (in 5-Jahressprüngen ab 20 Jahre bis max. 50 Jahre, i.d.R. 30 Jahre).

## 6.5 Berechnung von Lebenszykluskosten auf der Basis von Leistungsverzeichnissen

Da in gewerkebezogenen Ausschreibungen nur Subsysteme oder Bauteile eines Bauwerks betrachtet werden, sind dafür nur Folgekosten zu erfassen, die sich auf diese Bestandteile beziehen. Kosten, die nur einem Gebäude oder einer Immobilie als Ganzes zugeordnet werden können, sind in Leistungsverzeichnissen praktisch ausgeschlossen. Der Grund ist die für Ausschreibungen erforderliche Kostenermittlung nach gewerkebezogenen Einheiten, insbesondere die Fokussierung auf darin enthaltene Bauteile und Produkte. In den Entwurfsphasen (HOAI 2-4) werden auch bei der Fokussierung auf Lebenszyklusobjekte gewerkespezifische Kostenarten aber nur am Rande betrachtet. Im Vordergrund stehen funktionsfähige Einheiten (Elementemethode) und keine Bauleistungen, wie sie in Ausschreibungen als Kombination von Verrichtungen und Material- bzw. Produktangaben dargestellt werden. Nur funktionsfähige Einheiten sind auch Objekte, die einen Lebenszyklus haben. Bauleistungen sind dagegen flüchtige Erscheinungen ohne bleibende Dauer. So haben Malerarbeiten für sich genommen keinen Lebenszyklus. Der kommt nur der Beschichtung als „Bauteilschicht“, also dem Ergebnis eines Produktionsablaufes zu. Gleiches gilt für Montageprozesse, die keinen Lebenszyklus haben. Erst „Konstruktionen“ als Ergebnis dieser Prozesse (z.B. ein Wärmedämmverbundsystem) haben als Subsysteme Lebenszyklen und damit auch Lebenszykluskosten. Die methodische Konsequenz ist eine Differenzierung in der Ermittlung der Folgekosten:

In der Fokussierung auf Lebenszyklusobjekte in hierarchische Gliederung eröffnet sich für Beschaffungsprozesse eine umfassende und weitreichende systemtechnische Perspektive. Dadurch rücken diejenigen Objekte von Einkaufsprozessen in den Blick, die in der überwiegenden Anzahl aller Ausschreibungs- und Vergabeprozesse vorherrschend sind: das sind Produkte – zusammengefügt aus Bauleistungen zu Bauteilen – und dadurch Verursacher von Folgekosten durch Dienstleistungen.

Das gilt grundsätzlich auch für Funktionalausschreibungen. Hier ist lediglich mit entsprechend erhöhten Erfolgsrisiken die Entscheidungsmacht vom Bauherrn auf den Generalunternehmer verlagert worden – und dort werden Einkaufsprozesse mit gleicher Logik bei der Auswahl und Beauftragung von Subunternehmern und Lieferanten mit der Fokussierung auf Produkte, Bau- und Dienstleistungen praktiziert.

Die Anwendung einer bauteil- und damit produktorientierten Beschaffungsmethodik ist daher im Bauwesen fundamental für den Lebenszyklusansatz – besonders dann, wenn Formen der Langzeitverantwortung, wie z.B. PPP-Verfahren, hinzukommen.

## **FORSCHUNGSAUFGABE**

### **Identifizierung von Bauteilen in LVs zur Ermittlung der Folgekosten**

Eine detaillierte Untersuchung von Praxisfällen und deren vergaberechtliche Unterschiede ist eine Aufgabe der Pilotierungsprojekte – mit folgenden Schwerpunkten:

- Da in Ausschreibungen branchenbezogene Verrichtungsleistungen mit Produktbeschreibungen in LV-Positionen in Verbindung treten, können zwar rechnerisch den Investitionskosten eines Gewerkes (Vergabesumme) Folgekosten als Summe zugeordnet werden, diese Folgekosten haben aber ihre unmittelbare Ursache in den Energie- und Servicekosten der Bauteile.
- Zuordnung von Produkten zu Bauteilen auf der Basis von Leistungsverzeichnissen
- Für Lebenszyklusobjekte, insbesondere im Hinblick auf strategische Bauteile der Gebäudetechnik, wie Pumpen, Ventilatoren, Frequenzumformer u.dgl., müssen in einer Ausschreibung LV-Positionen nach Bauteilen zusammengefasst und für die Angebotsbewertung nach je zutreffenden bauteilbezogenen Folgekosten ausgewertet werden.

## **6.6 Strategische Kostengruppen und Bauteile**

### **6.6.1 Identifizieren Strategischer Kostengruppen / Bauteile**

Die zuvor dargestellten Möglichkeiten für die Erfassung und Berechnung von Lebenszykluskosten erfordern für alle Beteiligte im Investieren und Bewirtschaften gegenüber etablierten Ausschreibungs- und Vergabeverfahren einen größeren Aufwand. In den folgenden Ausführungen wird aber deutlich, dass nur für einen geringen Anteil einer Bauinvestition im Hochbau die Methodik des Lebenszyklusansatzes erforderlich ist. Benötigt wird sie nur für Investitionsbestandteile, die nennenswert Folgekosten nach sich ziehen. Nach von den Autoren durchgeführten Ausschreibungen und Analysen von Betreiberdaten sind projektabhängig nur 15-25% des gesamten Investitionsvolumens für Bauwerke des Hochbaus für eine konsequente Lebenszyklusorientierung in der Ausschreibungs- und Vergabephase relevant (Abb. 6-1– Abb. 6-2).

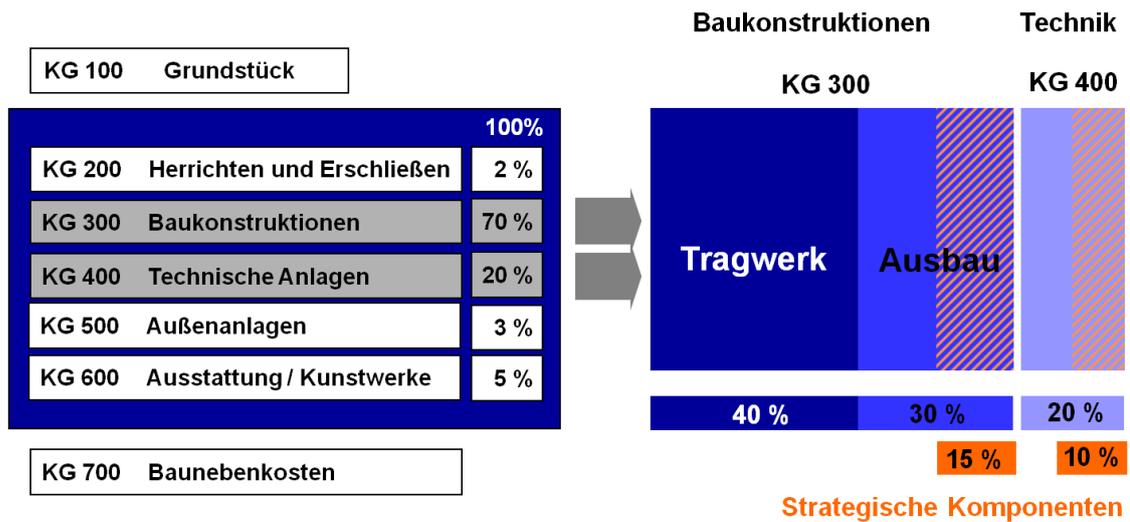


Abb. 6-1: Aufspüren Strategischer Bestandteile des Bauwerkes – Pareto Verteilung der Relevanz für Folgekosten [© H. Balck]

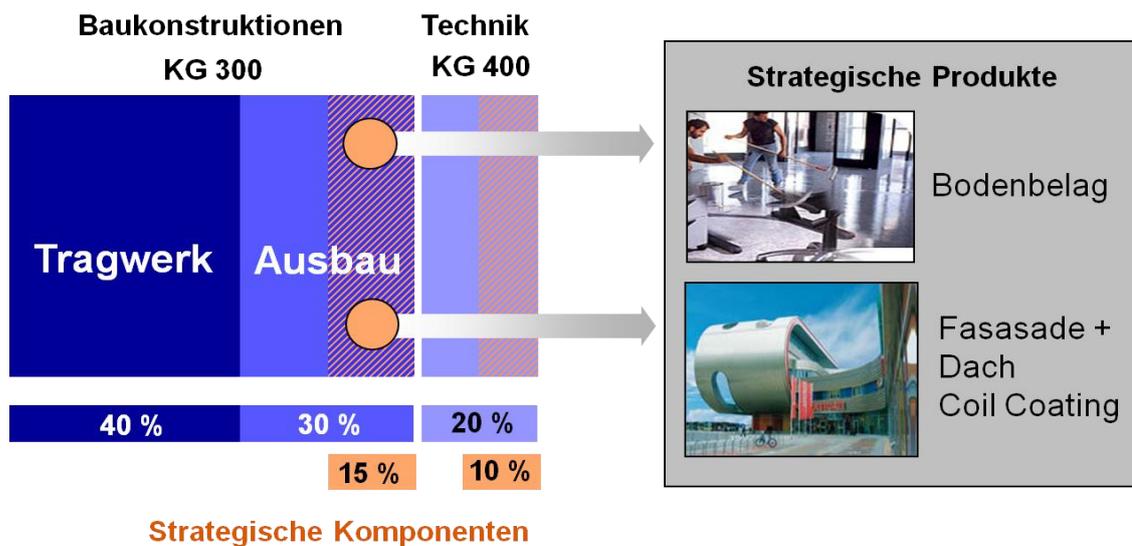


Abb. 6-2: Aufspüren Strategischer Bestandteile des Bauwerkes – Pareto Verteilung der Relevanz für Folgekosten [© H. Balck]

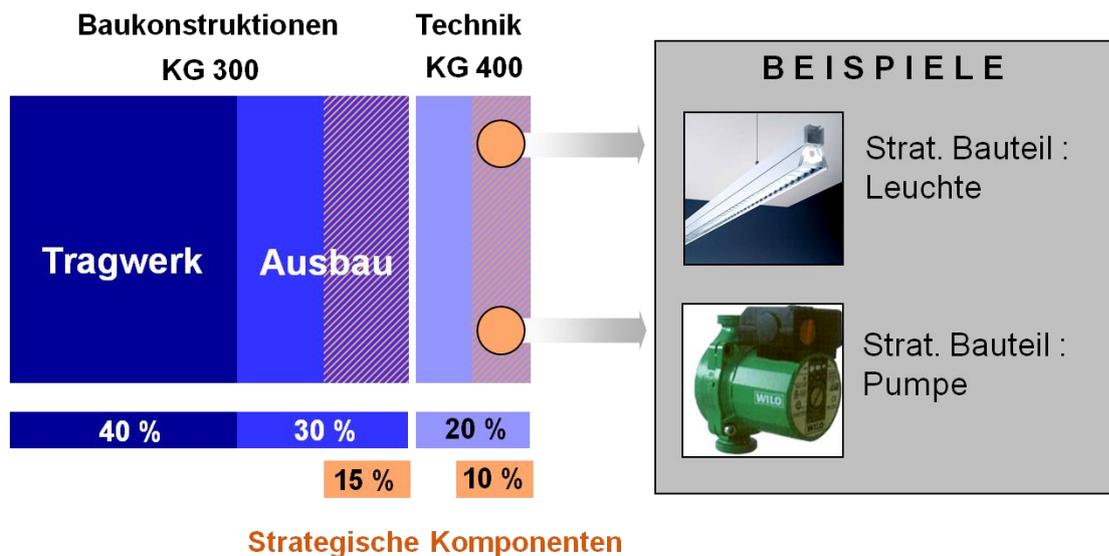


Abb. 6-3: Aufspüren Strategischer Bestandteile des Bauwerkes – Pareto Verteilung der Relevanz für Folgekosten [© H. Balck]

Durch das Herausfiltern relevanter Kostengruppen im Hinblick auf Folgekosten und auch damit verbundene Nutzungsvorteile sprechen wir von Strategischen Kostengruppen bzw. Strategischen Konstruktionen / Anlagen / Bauteilen. Eine solche Eingrenzung hat eine methodische Konsequenz im gesamten Planungs- und Entscheidungsprozess einer Investition bzw. einer Erneuerungsmaßnahme. Das Gesamtbauwerk muss systemtechnisch auf Basis der Gliederung der DIN 276 zur Identifizierung strategischer Bestandteile analysiert werden. Das Ergebnis ist ein Relevanzbaum mit unterschiedlichen Relevanzbewertungen bis zur 5./6. Stelle Tabelle A 10 bis Tabelle A 13).

Für Baufachleute und erfahrene Praktiker ist nach den Beobachtungen der Autoren ein solcher Ansatz aber nicht auf Anhieb umsetzbar. Als erstes wird gefragt: Was sind nicht-strategische Bauteile? In der Systematik werden auf der Basis von ausgewerteten BKI-Daten von Bürogebäuden deutlich, dass hierzu die Bestandteile von Tragwerken mit ca. 50 % der Investitionskosten aus Kostengruppe 300 gehören. Der Grund liegt darin, dass für Tragwerksteile im eigentlichen Sinne keine Prozesse des Betriebs stattfinden und deswegen keine Nutzungsdauerkosten anfallen. Kritiker wenden z.B. ein, dass eine kompakte Bauform energiesparend sei und die Verringerung des Bauvolumens ein erstrangiger Einflussfaktor der Wirtschaftlichkeit sei. Das ist zutreffend, denn durch integrale Planung können Lebenszyklusaspekte bereits in frühen Planungsphasen bedacht werden. Die dadurch reduzierten Lebenszykluskosten betref-

fen aber das Gesamtsystem. Tragwerksteile haben keine oder nur unwesentliche Nutzungsdauerkosten.<sup>110</sup>

Werden einzelne Bauteile im Hinblick auf Folgekosten betrachtet, wie dies nach unserem methodischen Ansatz in der Ausrichtung auf Ausschreibungs- und Vergabeprozesse geschieht, dann zeigt sich ein differenziertes Spektrum aus passiven und aktiven Bauteilen mit sehr verschiedenen Effizienzeigenschaften und großen Unterschieden bei Servicekosten und Energiekosten.

Das lehrt uns auch das Facility Management: die Kosten des Betriebes sind primär abhängig von den ausgewählten Produkten und deren Einsatz in Baukonstruktionen und Technischen Anlagen. Anforderungen an geeignete Produkte werden aber erst im Zuge der späten Entwurfsplanung bzw. Ausführungsplanung festgelegt. Konkrete Festlegungen erfolgen erst in Ausschreibungen und Vergabeprozessen. Folglich steht die Frage nach den Strategischen Kostengruppen und Bauteilen im Zentrum unserer Untersuchung der Beschaffungsprozesse.

**Folgende Fragen müssen detailliert beantwortet werden, um die Effizienz und Nachhaltigkeit von Bestandteilen eines Bauwerkes beurteilen zu können:**

FRAGE 1: Welche Bestandteile der Investition haben welche Nutzungsdauer?

FRAGE 2: Welche Bestandteile der Investition sind in den Nutzungsprozessen und Betreiberprozessen erfolgskritisch für die Aktivitäten der Nutzer?

FRAGE 3: Welche Bestandteile der Investition sind erfolgskritisch in der Wertgestaltung und Wertentwicklung des Immobilieneigentums?

Investitionsbestandteile, die in dieser Weise systematisch nach der Gliederungsstruktur der DIN 276 als lebenszyklusrelevant herausgefunden werden, nennen wir „Strategische Kostengruppen“ oder übergreifend auf allen Ebenen der Bauwerkshierarchie für beliebige Lebenszyklusobjekte „Strategische Bauteile“ bzw. auf den unteren Systemebenen „Strategische Komponenten“

## **DEFINITION**

### **Strategische Kostengruppen / Strategische Bauteile**

Strategische Kostengruppen / Bauteile / Komponenten sind Bestandteile eines Bauwerkes, die in besonderem Maße aufgrund ihrer Eigenschaften Nutzungsdauerkosten verursachen (z.B. Energieverbrauch, Reinigung, Wartung)

---

<sup>110</sup> Typische Nicht-Strategische Bauteile sind Tragwerksbestandteile, z.B. Wände aus Beton oder Mauerwerk. Sie haben i.d.R. keine Folgekosten durch Services und verbrauchen keine Energie. Anders ist es bei Bauteilen aus Leichtbeton. Die Dämmeigenschaften machen sie zu „passiven Bauteilen“, die zur Energieeffizienz des Gesamtbauwerks und damit zur Reduzierung von Folgekosten wesentlich beitragen. Solche Bauteile der Gebäudehülle sind dann ebenfalls Strategische Bauteile.

Bauwerksbestandteile mit günstigen Nutzungsdauerkosten haben i.d.R. zusätzlich besondere Nutzungsvorteile. Daraus können sich im Zusammenhang mit Zertifizierungen Immobilienwerte erhöhen. Strategische Bauteile sind dann auch Treiber von Verkehrswerten.

### **Nicht strategische Kostengruppen / Bauteile**

Die Selektion Strategischer Kostengruppen / Bauteile hat ein Gegenstück: Es gibt Anbieter von Produkten, deren Eigenschaften im Lebenszyklus keine oder geringe Folgekosten innerhalb ihrer Nutzungsdauer haben. Dazu gehören in hohem Maße konstruktive Bauteile von Tragwerken, also die Bauteile von Beton-, Stahl-, Holzkonstruktionen. Umgekehrt handelt es sich hier um i.d.R. langlebige Erzeugnisse, bzw. Konstruktionen, die wesentlich die Dauerhaftigkeit eines Bauwerkes bestimmen. Die Investitionskosten von tragenden Bauteilen (z.B. Tragwerk aus Beton, Mauerwerk) betragen 40-50% der Kostengruppe 300 der DIN 276. Nutzungskosten sind sehr gering oder treten gar nicht auf, denn ein Tragwerk wird im eigentlichen Sinn nicht „betrieben“. Erneuerungskosten werden i.d.R. erst nach mehreren Jahrzehnten (z.B. Modernisierungen) oder erst am Ende der gesamten Nutzungsdauer der Tragwerksteile fällig. Folgekosten entstehen hier nur durch Mängel, die mit dem Alterungsprozess zu tun haben, der dann am Ende der Lebensdauer durch Modernisierung zum Ersatz führt. D.h. innerhalb der Lebensdauer gibt es nur wenige „laufende Kosten“. In der Umkehrung gilt für nicht-strategische Bauteile, insbesondere für Tragwerksteile:

### **Die Qualität langlebiger nicht-strategischer Bauteile zeigt sich in geringen oder gar im Entfallen von Nutzungsdauerkosten.**

Die Summe der Investitionskosten aller Nicht-strategischen Bauteile eines Bauwerkes ist wahrscheinlich geringer als 20% der Gesamtinvestition. Für eine genaue Ermittlung fehlt noch die statistische Grundlage. Nach der in Abb. 6-1 bis Abb. 6-3 dargestellten groben Schätzung der Anteile strategischer und nicht-strategischer Investitionskosten für Bürogebäude im Kostenspektrum der Kostengruppen 300 und 400 der DIN 276 ergibt sich überschlägig ein Anteil von ca. 25%.

### **6.6.2 Differenzierung Strategischer Kostengruppen und Bauteile**

Die Koppelung von günstigen Folgekosten mit Nutzungsvorteilen und möglichen Wertverbesserungen eröffnet Optimierungsstrategien, die bei konsequenter Verfolgung immer wieder unerwartete Erfolge herbeiführt. Folgende Anlagen / Baukonstruktionen sind gleichermaßen für Lebenszykluskosten und Nutzungsqualitäten erfolgskritisch:

### **Beispiele Strategischer Kostengruppen in KG 300 Baukonstruktionen**

**Bodenbeläge** sind Strategische Bauteile, weil von den optischen und akustischen Eigenschaften die Qualität der Arbeitsumgebung abhängt und der Investitionskostenanteil an den Lebenszykluskosten lediglich zwischen 3 und 10 Prozent liegt. D. h. 90 bis 97 Prozent der Lebenszykluskosten resultieren aus Reinigungskosten und Entsorgungskosten. Außerdem enthalten Bodenbeläge oft umweltbelastende Bestandteile, die Entsorgungs- und Recyclingprozesse erschweren.

Die Investitionskosten von Bodenbelägen, gerechnet über 20 Jahre, betragen ca. 5-10% der Lebenszykluskosten. Der Rest ist Reinigungs- und Pflegeaufwand, der das 10-20-fache der Investitionskosten ausmachen kann. Zugleich sind Bodenbeläge aber auch für die tägliche Nutzung durch Menschen und aufgestellte Geräte / Maschinen / Möbel auf herausragende Weise von qualitativer Bedeutung.

**Fassadenkonstruktionen** sind Strategische Bauteile, weil neben ihrer ästhetischen Bedeutung Reinigungskosten, indirekt beeinflusster Energieverbrauch und Aspekte der Verkehrssicherheit Beschaffungsentscheidungen beeinflussen.

**Flexible Trennwände** sind Strategische Bauteile, weil von ihrer Beschaffenheit die Nutzungsqualität der Räume abhängt und weil ca. 80 % der Lebenszykluskosten aus Arbeitsplatzveränderungen und Umzugskosten erwachsen. Bei intelligenten Grundriss- und Trennwandsystemlösungen können diese Kosten stark reduziert werden.

**Türen** im Zusammenhang mit Schließanlagen und Brandschutzanforderungen sind Strategische Bauteile im Hinblick auf Kosten durch wiederkehrende Prüfungen, Wartung, Reinigung und sicherheitsrelevante Nutzungen.

### **FORSCHUNGSAUFGABE**

#### **Auch Tragwerksbestandteile können strategische Bauteile sein**

Z.B. flexibel belastbare Deckentragwerke (besonders im Industriebau) sind Strategische Bauteile, wenn dadurch Layoutveränderungen mit hohen Punktlasten möglich sind und dadurch Folgekosten durch Umbauten vermieden werden.

### **Beispiele Strategischer Kostengruppen in KG 400 – Technische Anlagen**

**Leuchten und Lichtsysteme** sind Strategische Bauteile, weil sie einen direkten Einfluss auf die Arbeitsproduktivität und das Wohlbefinden (Ambiente) haben und einen beachtlichen Anteil des Energieverbrauchs verursachen. Zu den Folgekosten von Leuchten gehören neben Energieverbrauch vor allem der Leuchtmittelwechsel und darin insbesondere der erforderliche Zeitaufwand für den Leuchtmittlersatz. Dass der Leuchtmittelwechsel ein außerordentlicher Kostentreiber ist zeigen unsere Auswertungen in unterschiedlichsten Gebäudebeständen (Abb. 6-4 bis Abb. 6-6, Abb. A 5).

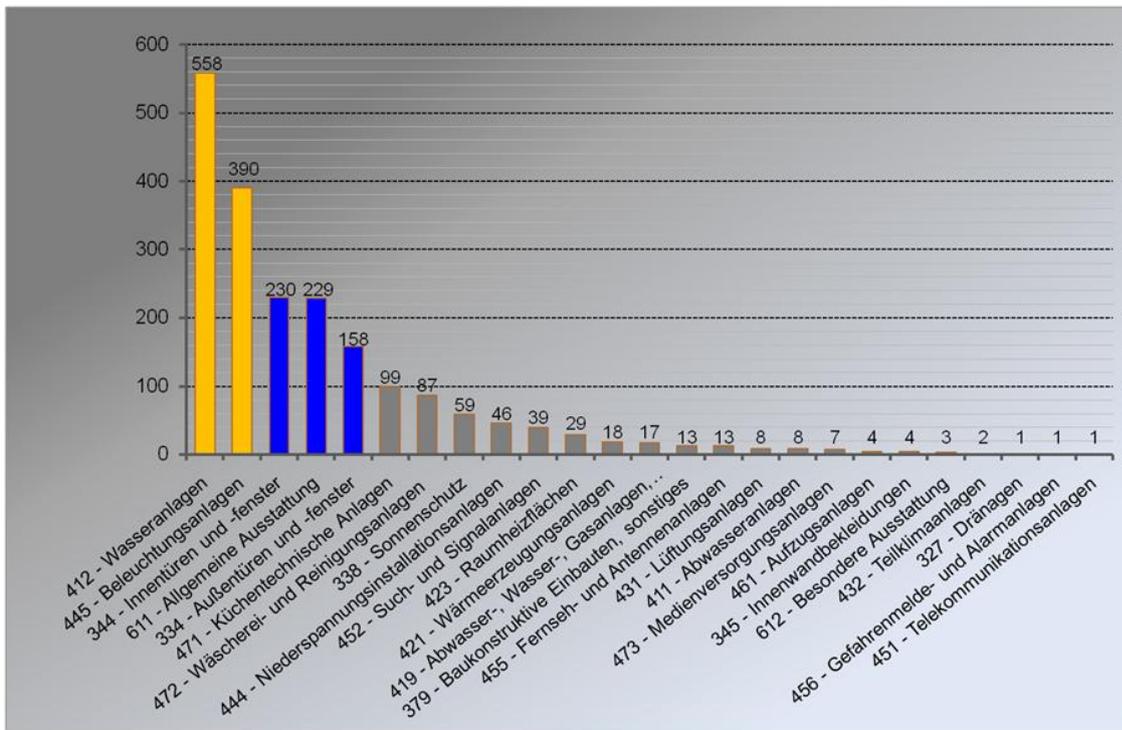


Abb. 6-4: Häufigkeit von Entstörungen und kll Instandsetzungen in einem Bestand von Wohngebäuden des Klinikums Stuttgart (1999-2005) [IPS Darstellung]

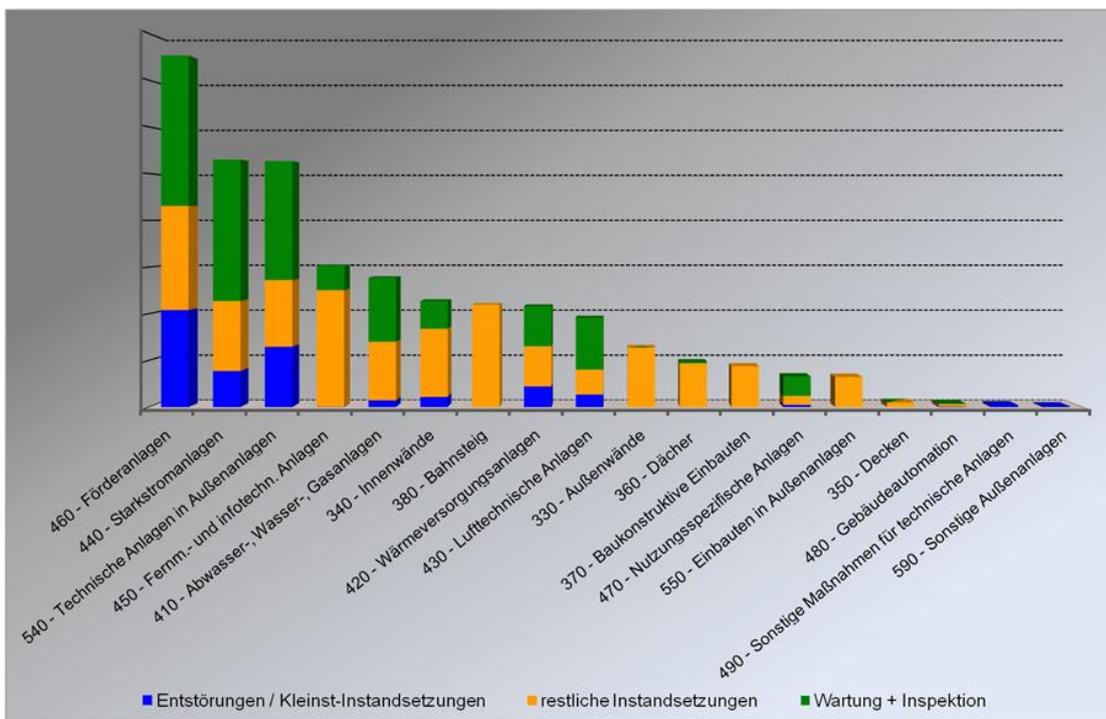


Abb. 6-5: Instandhaltungsprofil für Bahnhofsgebäude – IH-Kosten alle Bahnhöfe / alle Kostengruppen [DB Station & Service – Auswertungen 2003 bis 2006]

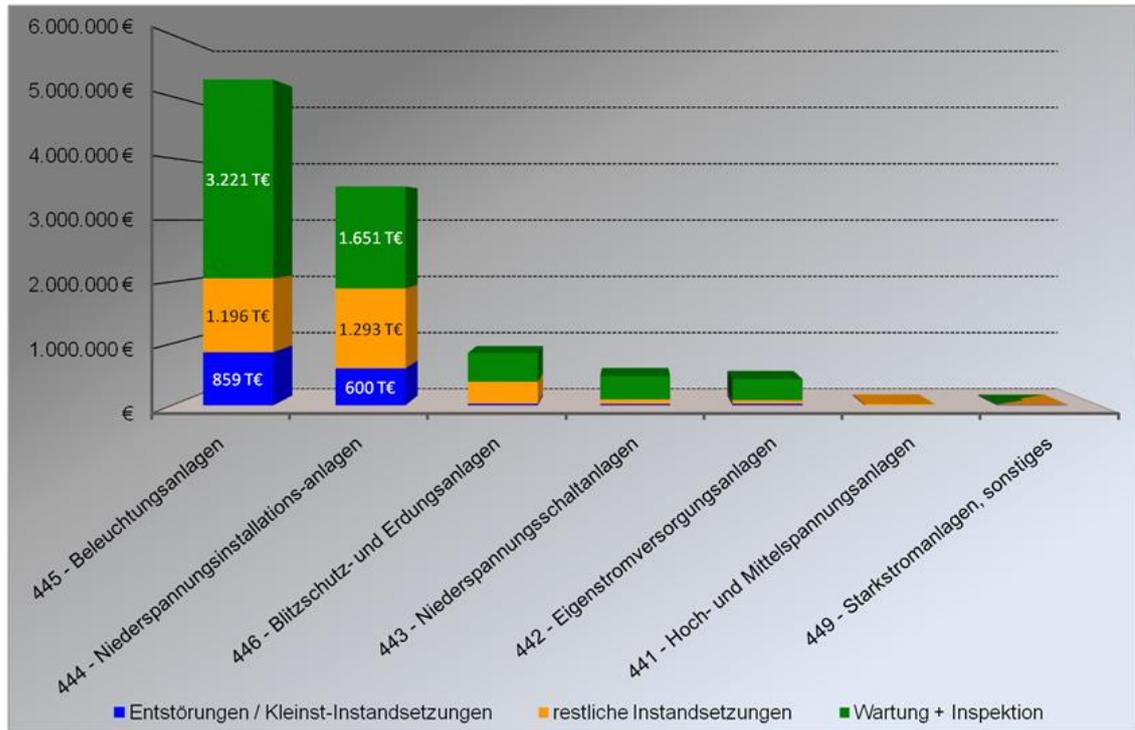


Abb. 6-6: Instandhaltungsprofil für Bahnhofsgebäude – IH-Kosten alle Bahnhöfe / Kostengruppe 440 Starkstrom [DB Station & Service – 2003 bis 2006]

### **Fördertechnische Anlagen – Musterbeispiele für Strategische Bauteile**

In unserem Sinne sind Aufzüge und Fahrtreppen typische Beispiele für Strategische Kostengruppen mit zahlreichen strategischen Komponenten. Das hat auch die Analyse der Betriebsdaten von den untersuchten ca. 5.000 Bahnhöfen des Forschungspartners DB Station & Service überaus deutlich gemacht. Für die Gesamtheit aller Bahnhofsinvestitionen erwiesen sich bei der Analyse der Entstörungen / kleinen Instandsetzungen Aufzüge und Fahrtreppen als die Kostengruppe mit den höchsten Jahreskosten (vgl. Abb. 6-5 bis Abb. 6-6). Da diese Gebäudebestandteile auch erfolgskritisch für das Kerngeschäft des Verkehrs- und Transport-Dienstleisters Deutsche Bahn sind, haben Planung, Beschaffung und Betrieb der fördertechnischen Anlagen einen besonderen Stellenwert im Management des Betreiber-Bauherrn Deutsche Bahn.

Diese Anlagen bewirken teilautomatische Beförderungsdienstleistungen, die durch einen hohen präventiven Inspektions- / Wartungsaufwand und häufig wiederkehrende Entstörungs- bzw. Instandsetzungsarbeiten ermöglicht wird. Zusammen mit dem erforderlichen Energieverbrauch sind diese Folgekosten ein Vielfaches der Kosten für Anschaffung und Errichtung. Die herausragenden Qualitätsmerkmale solcher fördertechnischer Einrichtungen müssen in einem umfangreichen Kriterienkatalog dargestellt werden. Dazu gehören: vertikale Barrierefreiheit, unterbrechungsfreie Verfügbarkeit von Aufzügen / Fahrtreppen in den Fußgängerwegen, geringe Ausfallzeiten, hohe Verkehrssicherheit, Erscheinungsbild, Designqualitäten.

In der wirtschaftlichen Gesamtbetrachtung geht es um die Überlagerung folgender strategischer Ausrichtungen von Investitionen:

- Die Lebenszykluskosten von Aufzügen / Fahrtreppen haben in der Gesamtinvestition von Modernisierungen bzw. Neubauten höchsten Rang.
- Die Nutzungsqualitäten von Aufzügen / Fahrtreppen sind in hohem Maße erfolgskritisch für die nachhaltige Qualitätssicherung im Bahnhofsbetrieb.
- Als Werttreiber sind leistungsfähige und hochwertige Aufzüge / Fahrtreppen ein Faktor in der Wertermittlung für die Verkehrsimmoblie „Bahnhof“.

**Pumpen** sind ein Musterbeispiel für Strategische Bauteile mit deren Beschaffung zugleich zwei Effizienzziele verfolgt werden können: Reduzieren des bauteilbezogenen Energieverbrauchs und des systemischen Energieverbrauchs. Zu den Folgekosten von Pumpen gehört, neben dem bauteilbezogenen Energieverbrauch des Antriebmotors, auch der durch den Pumpenbetrieb beeinflusste Verbrauch in den zugehörigen Medienkreisläufen. Dazu gehört besonders im Heizungsbereich der „Hydraulikabgleich“. Hier können oft weitaus mehr Einsparungen im Energieverbrauch erzielt werden, als durch die Auswahl von energieeffizienten Pumpentypen.

In Abb. 6-7 ist auch der Unterschied der beiden zeitbezogenen Folgekostenarten erkennbar. Die mit 10 Jahren angenommene Nutzungsdauer führt jeweils zu Erneue-

rungskosten nach Ablauf dieser Zeitspanne. In den Zeiten des Normalbetriebs entstehen die Nutzungsdauerkosten (Wartung, Energieverbrauch). Dargestellt sind davon die Kosten des Eigenverbrauchs durch Motor und Elektronik (vgl. Kap. 7.2.1).

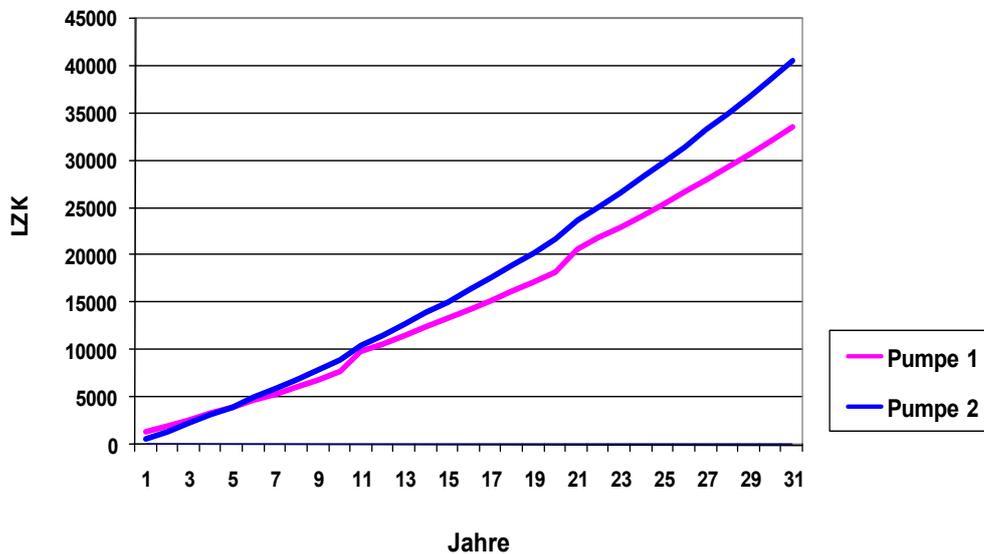


Abb. 6-7: Nachweis der Wirtschaftlichkeit alternativer Pumpen gleicher Leistung, aber unterschiedlicher Energieeffizienz [BALCK+PARTNER]

**Kühldecken** sind Strategische Bauteile, weil ein Bündel von arbeitsplatzbezogenen Raumfunktionen (klimatische, optische, akustische Eigenschaften) mit energiesparendem Betrieb realisiert wird.

**Regelbare Bauteile** innerhalb von Anlagen der technischen Gebäudeausrüstung sind Strategische Bauteile. Ein typisches Beispiel sind Frequenzumformer, die es ermöglichen, die Drehzahl und damit den Stromverbrauch von Ventilatoren dem jeweiligen Lüftungsbedarf zeitabhängig anzupassen. Hieraus resultieren beachtliche Einsparungen bei Energiekosten.

### 6.6.3 Energieeffizienz - Passive und Aktive Bauteile

Die hohe Bedeutung der Energieeffizienz und die damit gekoppelte Bewertung von CO<sub>2</sub>-Belastungen der Umwelt machen die Energiekosten zur wichtigsten Kostenart innerhalb der Nutzungsdauerkosten. Die methodische Ausrichtung auf Lebenszyklusobjekte und deren hierarchische Gliederung bis auf die Komponentenebene führt eine Frage mit sich, die immer wieder in Einzelobjekten neu beantwortet werden muss:

### **Welche Energiekosten können direkt Konstruktionen, Anlagen, und deren Bestandteilen zugeordnet werden?**

Diese Frage stellt sich immer dann, wenn Ausschreibungen auf Strategische Bauteile ausgerichtet werden und die damit verbundene Suche nach geeigneten Produkten zu einer Bauteil- bzw. Produktbewertung führen. Wenn diese Beschaffungsobjekte energetisch zu beurteilen sind, muss geklärt werden, ob sie innerhalb des Bauwerkes „aktive Bauteile“, oder „passive Bauteile“ sind.

Typisch für energetisch passive Bauteile ist das Fehlen technisch zugeführter Energie. Danach sind z.B. Bauteile mit den Funktionen Dämmung, Dichtung (Gebäudehülle) oder Speicherung passive Bauteile. Typisch für energetisch aktive Bauteile sind darin eingebaute Motoren, Stellantriebe und elektronische Bauteile mit je eigenem Verbrauch.

Für passive und aktive Bauteile gibt es für die Bewertung der damit verbundenen Energieeffizienz entsprechende Merkmale und Möglichkeiten der Überprüfung ihrer Wirksamkeit durch messtechnische Verfahren.

### **Eigenverbrauch energetisch aktiver Bauteile**

Energetisch aktive Bauteile verbrauchen Energie durch Antriebe und/ oder Elektronik oder Strahlungsleistung. Wir nennen diesen bauteilverursachten Verbrauch „Eigenverbrauch“ oder als Summe „Technikverbrauch“. Dabei handelt es sich i.d.R. um den Verbrauch von Elektroenergie.<sup>111</sup>

#### **BEISPIELE:**

- Antriebsenergie von Motoren in Pumpen, Ventilatoren
- Antriebsenergie von Stellantrieben für Türsysteme, Fenster, Brandschutzklappen
- Energieverbrauch elektronischer Bauteile in der MSR / Gebäudeautomation / Raumautomation
- Energieverbrauch von Vorschaltgeräten und Leuchtmitteln

### **Systemverbrauch aktiver Bauteile**

Energetisch aktive Bauteile haben zusätzlich zu ihrem Eigenverbrauch oft auch erhebliche Aus- und Folgewirkungen in anderen Anlagen, Anlagenketten, Netzen und im thermodynamischen Gesamtsystem. Dabei geht es um den Einfluss eines aktiven Bauteils auf die Effizienz energetischer Prozesse in der unmittelbaren Anlagenumgebung oder in komplexen Anlagen-Raum-Systemen. Den von solchen Bauteilen beeinflusste

---

<sup>111</sup> In der DIN EN V18 599 wird dieser Verbrauch als Hilfsenergie bezeichnet. Mit „Eigenverbrauch“ bezeichnen wir den Verbrauch eines einzelnen aktiven Bauteils. Wenn Gesamtheiten aktiver Bauteile betrachtet werden, bezeichnen wir die Summe von Verbrauchsdaten als „Technikverbrauch“

„Systemverbrauch“ (systemischer Energieverbrauch) ist also ein weiteres Bewertungskriterium zur Relevanzbeurteilung (vgl. Abb. A 4).

### Energetisch passive Bauteile

Energetisch passive Bauteile verursachen durch ihre Wirkungsweise (Dämmen / Dichtung / Speicherwirkung / Reflexionswirkung) einen Energieverbrauch im Thermodynamischen Gesamtsystem. Sie beeinflussen damit den Gesamtverbrauch von Heizungs- und Kühlenergie durch ihre systemische Wirkung im Bauteilverbund. Der davon abhängige Verbrauch lässt sich aber nicht, wie bei den aktiven Bauteilen, unmittelbar aus den Bauteildaten ermitteln. Der Beitrag passiver Bauteile zur Energieeffizienz muss im Vergleich zu Referenzbauteilen in übergreifenden Systemmodellen, bezogen auf räumliche Zonen oder für das Gesamtbauwerk ermittelt werden (z.B. durch thermodynamische Computersimulationen).

### Nutzerverbrauch

In Abb. 6-8 wird der durch aktive Bauteile verursachte Verbrauch als Technikverbrauch dem Nutzerverbrauch gegenübergestellt. Der Unterschied ergibt sich aus der Verbrauchserfassung mit Mess- und Zähleinrichtungen.

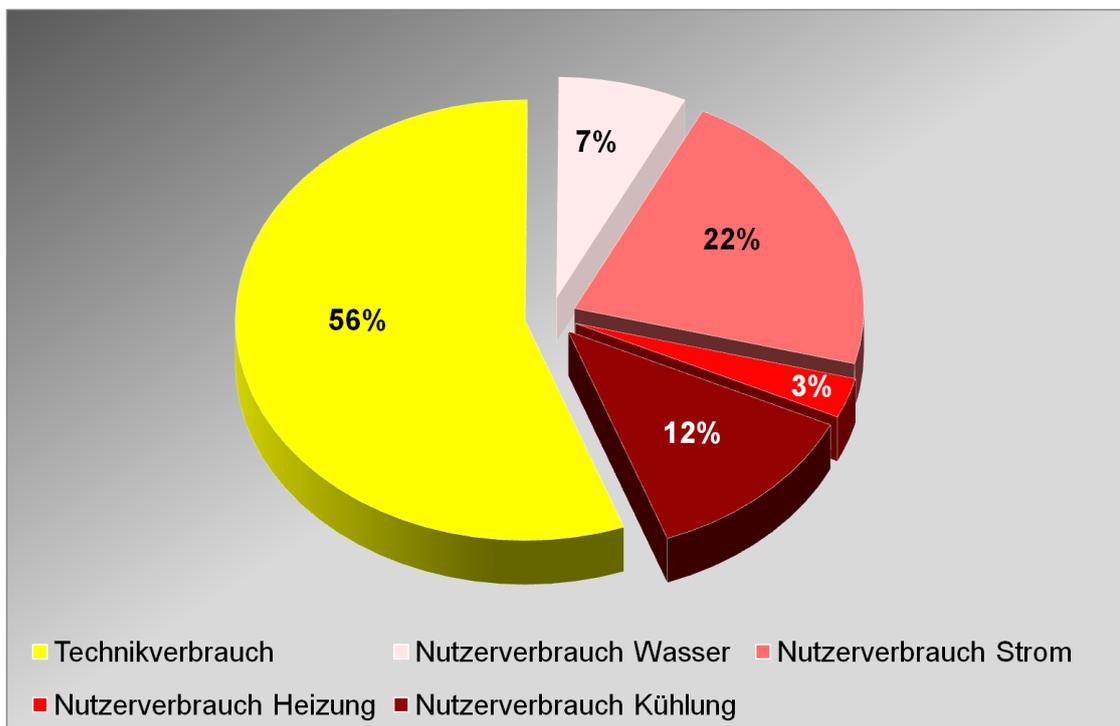


Abb. 6-8: Computersimulation und Rechenmodell Strategischer Kostengruppen für ein Bürogebäude – Technikverbrauch und Nutzerverbrauch

Beispielhaft wird für Pumpen / Ventilatoren die Koppelung von Eigenverbrauch und Systemverbrauch unterschieden.

### **Eigenverbrauch durch Pumpen und Systemverbrauch in damit verbundenen Anlagen**

- (1) Eigenverbrauch durch Elektromotoren und Elektronik
- (2) Beeinflussung des Systemverbrauchs von Heizungs- bzw. Kühlleistungen in den geregelten Kreisläufen

### **Eigenverbrauch durch Ventilatoren und Systemverbrauch in damit verbundenen Anlagen**

- (1) Eigenverbrauch durch Elektromotoren, Frequenzumformer, beteiligte MSR-Bauteile
- (2) Beeinflussung des Systemverbrauchs von Heizungs- bzw. Kühlleistungen in den geregelten Volumenströmen. Dabei handelt es sich um Energieverbrauch, der als Nutzenergie für das Konditionieren (Heizen, Kühlen, Be- und Entfeuchten) von Räumen erforderlich ist und damit nur durch das Zusammenspiel von baukonstruktiven Einheiten und technischen Anlagen entsteht.

Die Unterscheidung von bauteilbezogenem Eigenverbrauch und systemischen Energieverbräuchen führt auch zu einer differenzierten Sicht auf die aktiven Bauteile. Das sind Geräte und Komponenten innerhalb der Technischen Anlagen, die sowohl bauteileigenen Verbrauch generieren, als auch ggf. durch deren Betriebsweise im Systemverhalten der Räume und zugehörigen baukonstruktiven Bauteile den systemischen Energieverbrauch beeinflussen.

Beispiele sind Ventilatoren und Frequenzumformer als Bestandteile von Lüftungsanlagen. Es sind aktive Bauteile auf Grund ihres eigenen Technikverbrauchs. Sie haben aber auch durch ihre Funktionsweise Einfluss auf den Heiz- und Kühlenergieverbrauch innerhalb von Lüftungsanlagen und belüfteten Räumen. Der systemische Zusammenhang von raumbildenden Bauteilen (Wände, Decken), dem Druckaufbau in Kanalnetzen u.a. erfordert komplexe Berechnungen. Die daraus sich ergebenden Verbrauchsdaten und Verbrauchskosten sind also nicht einzelnen Bauteilen zuzuordnen. Für die Kostenerfassung ist festzuhalten:

Der Systemische Energieverbrauch ist abhängig von den Eigenschaften passiver und aktiver Bauteile. Die Berechnung systemischer Energieverbräuche erfordert komplexe Berechnungsmethoden. Aus den Berechnungen der Energieverbrauchswerte (z.B. nach DIN V 18599) ergeben sich Nutzungsdauerkosten, die den Kostengruppen der DIN 276 nicht zugeordnet werden können. Das zugehörige Lebenszyklusobjekt ist das Gesamtbauwerk.

Auf der Grundlage von Zeitmodellen kann der Technikverbrauch aktiver Bauteile isoliert betrachtet und berechnet werden. Aus den bauteilbezogenen Energieverbrauchswerten können in der zugehörigen Kostengruppe die ermittelten Nutzungsdauerkosten erfasst werden.

Die Konsequenz in der methodischen Darstellung von Bauteil- und Produktbewertungen in Ausschreibungs- und Vergabeprozessen sind Lebenszyklusmodelle. Darin werden Vor- und Nachteile von Produktalternativen im Hinblick auf Nutzungsdauerkosten auf zwei Ebenen in Rechenmodellen ermittelt: nur bauteilbezogen (z.B. Leuchten), nur raum- bzw. gebäudebezogen (z.B. passive Bauteile) oder durch deren Kombination.

### Systemische Energieeffizienz

Die Frage nach der Systemischen Energieeffizienz muss in der Entwurfs- und Ausführungsplanung beantwortet werden. Es können in Grenzfällen Zielkonflikte auftreten, in denen für sich betrachtet gute Effizienzwerte passiver Bauteile sogar kontraproduktiv im Gesamtsystem sind. Dann ist weniger mehr. Abb. 6-9 zeigt einen solchen Fall. Bei der Sanierung eines Museumsgebäudes ergaben unsere Computersimulationen, dass bei Überschreitung eines Grenzwertes für den Wärmedurchgangswert der Außenwände und der Verglasung die damit erzielten Verringerungen des Wärmebedarfs einen überproportionalen Anstieg des Kühlbedarfs zu Folge hatten. Die Simulation von Konstruktions- und Technikvarianten ermöglichten eine optimale Gesamtlösung (Abb. 6-10).

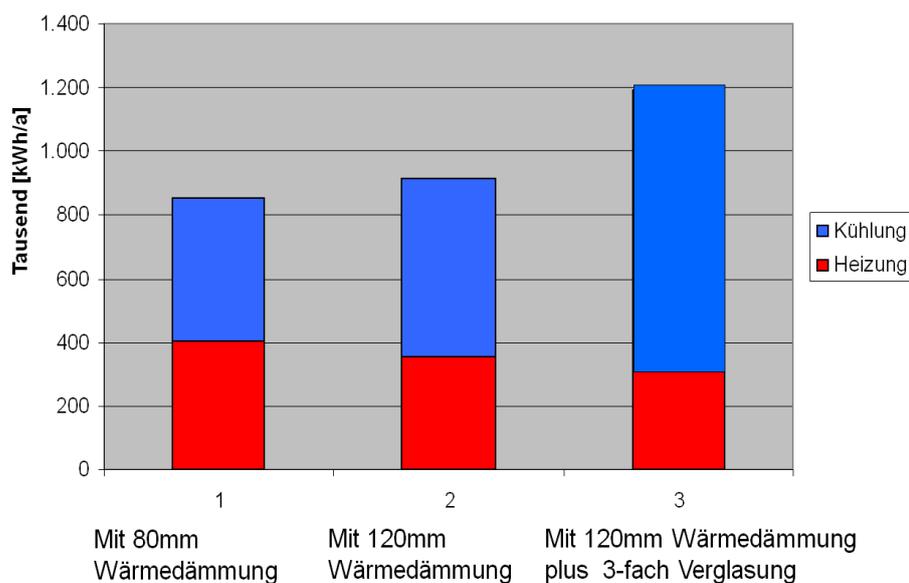


Abb. 6-9: Bauteiloptimierung in der Gebäudehülle – Zielkonflikt zwischen reduzieren der Heizkosten bei ansteigenden Kühllasten [BALCK+PARTNER (2008)]

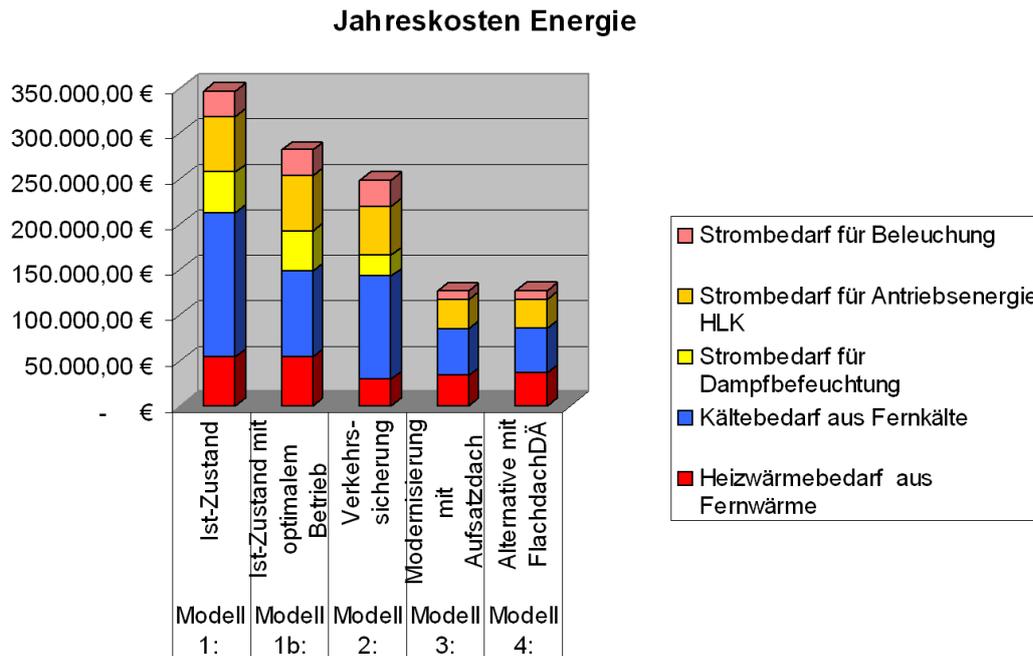


Abb. 6-10: Computergestützte Optimierungsansätze bei der Sanierung eines Museumsgebäudes [BALCK+PARTNER (2008)]

Eine verfeinerte Darstellung der Energierelevanz von Konstruktionen / Anlagen / Bauteilen ist durch ganzheitliche Computerberechnungen möglich. Für die Ausrichtung von Entwurfsstrategien bzw. Beschaffungsstrategien nach Strategischen Bauteilen haben sich Thermodynamische Computersimulationen bewährt.<sup>112</sup>

Die Konfiguration eines Bauwerkes aus aktiven und passiven Bauteilen erfordert also einen Berechnungsweg, der nicht einseitig auf die Maximierung von Effizienzwerten einzelner Bauteile ausgerichtet sein darf. Bei der segmentierten Ausschreibung nach Gewerken sind also die darin festgelegten Bauteil- und Produkteigenschaften bereits das Ergebnis von Optimierungen Integraler Planungsprozesse. Bei der weiteren Beurteilung von Produktalternativen stehen aber nur noch der Technikverbrauch, also die bauteilbezogenen Effizienzeigenschaften der Bauteile im Vordergrund.

Bei Beschaffungsentscheidungen für aktive und passive Bauteile ist die Beurteilung der Einzeleffizienz aber nur dann erfolgversprechend, wenn bei der Beurteilung von Varianten die systemische Modellierung auch in der Angebotsbeurteilung verfügbar ist und im Zweifelsfall die Entscheidung durch weitere Rechenläufe absichert.

<sup>112</sup> Solche Simulationen sind verwandt mit Softwarelösungen, nach denen auf Basis der DIN 18599 Nachweise des Energiebedarfs erfolgen. Durch Parallelrechnungen haben wir einer Reihe von Entwurfsmodellen festgestellt, dass die Ergebnisse der thermodynamischen Simulationen den realen Verbrauchswerten sehr nahe kommen und umgekehrt die Werte nach DIN 18599 erheblich von der Realität abweichen. Außerdem erwiesen sich nach den Erfahrungen der Autoren Softwareanwendungen für thermodynamische Simulationen für Optimierungen als geeigneter. Auch hier besteht noch erheblicher Entwicklungsbedarf für lebenszyklusorientierter Softwareinstrumente.

## **FORSCHUNGSAUFGABE:**

### **Technikverbrauch aktiver Bauteile – Energieeffizienz passiver Bauteile - Systemverbrauch - Nutzerverbrauch**

Durch Auswertung und Analyse von Betriebsdaten der Betreiberpraxis und durch Computersimulationen von Bauwerken sind Kennwerte für effizienzkritische aktive und passive Bauteile auf den Systemebnen LZO3 / LZO2 / LZO1 / zu definieren und empirisch zu begründen. Damit einher gehen Anforderungen an Betreiber-Software für das LifeCycle Benchmarking. Auf dieser Grundlage sind methodische Regeln für die Entwicklung von Energiekonzepten abzuleiten<sup>113</sup>.

### **6.6.4 Ökologische Produktqualität – Primärenergieaufwand der Herstellung und Ressourcen-Einsatz**

Neben den unmittelbar auf Lebenszyklusobjekte gerichteten energetischen Kostenermittlungen – entweder nach Bauteilen oder für das Gesamtbauwerk – gibt es auch in der Lebenszyklusbetrachtung eine Erweiterungsmöglichkeit, die zunehmend in Zertifizierungen von Produkten und aktuell in Zertifizierungen von Gebäuden einen hohen Stellenwert einnimmt. Vor dem Anfang des Objektlebenszyklus eines Bauwerk-Bestandteils stehen die Produktionsstufen der Bauwerksbestandteile in der vertikalen Wertschöpfungskette. Vorgelagerte Produkte – vom Rohmaterial über verschiedene Zwischenprodukte bis zum verwendbaren Endprodukt – bilden eine Gliederkette mit technologieabhängigen Verzweigungen. So hat z.B. ein Aufzug zahlreiche Komponenten, wie Motoren, Getriebeteile, Teile des Fahrkorbes u. dgl., die zurückverfolgt werden können auf Halbzeuge und Materialursprünge in Rohstoffen. Die Produktionslinien der Vorprodukte münden wie in einem verzweigten Flusslauf am Ende in das betrachtete Endobjekt – das Lebenszyklusobjekt. Dessen Vorgeschichte wird in Ökobilanzen und Berechnungen der in solchen Ketten insgesamt für Herstellung und Transport verbrauchten Energie dargestellt.

Solche Modellrechnungen fließen ein in Bewertungen der Umweltverträglichkeit durch EPDs (produktbezogene Umweltdeklarationen)<sup>114</sup> – mit wachsender Beachtung in Zertifizierungsprozessen nach BNB-/DGNB, LEED und anderen Systemen des World Green Building Council. Solche Ansätze sind aber für komplexe Endprodukte, wie Geräte und Komponenten der Gebäudetechnik, aber auch für Verbundprodukte der Bau-

---

<sup>113</sup> Ein Musterbeispiel für technische Bauteile in Gebäuden hat ein Forschungsteam der TU Dresden am Beispiel Abwasserpumpen entwickelt. Bemerkenswert ist die Kombination von LCC-Berechnungen und LCA-Ermittlungen (Ökobilanz) – s. Ulmschneider (2006)

<sup>114</sup> EPDs (Environmental Product Declaration) werden nach der DIN ISO 14025 bewertet. In Deutschland wird die Zertifizierung vom Institut Bauen und Umwelt e.V. durchgeführt – vgl. Peters (2010). Zur internationalen Entwicklung der Normung s. Lützkendorf (2006)

chemie aufgrund der Komplexität der technologischen Verzweigungsmuster nur mit großem Aufwand umsetzbar und deswegen noch selten.

**FORSCHUNGSAUFGABE:**

**Bauteilbezogene Verknüpfung von bauteilbezogenem Energieverbrauch und**

Da die Analyse der „grauen Energie“<sup>115</sup> von Bauteilen methodisch immer bei den in einem Bauwerk verwendeten Produkten beginnen muss, ist graue Energie auch eine Form der bauteilbezogenen Energieanalyse. Sie darf aber nicht verwechselt werden mit der zuvor definierten Verbrauchsenergie von Bauteilen. Zusammengenommen sind sie aber ein wesentliches Merkmalspaar bei der Beurteilung von Produktalternativen im Zuge von Beschaffungs-, Ausschreibungs-, und Vergabeprozessen.

## **7 Kostensteuerung durch Strategische Bauteile**

### **7.1 Bauteilorientierung und ganzheitliche Planung**

Die Bauteilorientierung ist die methodische Grundlage der Kostensteuerung und begleitenden Qualitätssicherung bei der Planung oder Bestandsoptimierung von Lebenszyklusobjekten. Bauteile sind in der Entwurfs- und Gestaltungsarbeit die untere Ebene der Objekthierarchie, haben aber innerhalb der Systembetrachtung einen hohen Stellenwert bei der Herbeiführung nachhaltiger Bauwerkseigenschaften. Die Hervorhebung von Bauteilen gegenüber der Bauwerk-Ganzheit ist nicht selbstverständlich. So könnte auch der Eindruck entstehen, dass in den vorgestellten methodischen Konzepten der Bauteilorientierung eine Einseitigkeit besteht. Es geht um das in Architektur und Ingenieurdisziplinen immer schon ausgeprägte Teil-Ganzes-Verständnis. Das Ganze steht notwendig in der Anfangsphase der Planung im Vordergrund und ist somit der Hauptfokus des Entwerfens und der Konzeptentwicklung. Dieser Fokus verschiebt sich schrittweise mit wachsender Intensität zu den Bauwerkbestandteilen – bis hin zu den Bauteilen und Komponenten - und am Ende zu den Produkten, aus denen die Bauteile hergestellt werden. Die methodische Konsequenz für Lebenszykluskostenberechnungen ist nun die Umkehrung dieses Vorgehens. Danach werden Lebenszykluskosten im ersten Schritt für Bauteile ermittelt, besonders für die in Kap. 6.6 dargestellten strategischen Bauteile. In weiteren Aggregierungsschritten werden übergeordnete Teilsysteme (technische Anlagen/ Baukonstruktionen wie Fassaden, Innenwandssysteme, u. dgl.) aus den darunter liegenden Lebenszykluskosten der Bauteilebene errechnet. Schließlich erfolgt im letzten Schritt die Kostenermittlung und –beurteilung auf der Ebene des Gesamtbauwerkes.

---

<sup>115</sup> Vgl. [www.cipra.de](http://www.cipra.de) graue Energie beim Bauen

Die Differenzierung in die drei Systemebenen führt auf jeder Ebene eine Begrenzung der je relevanten Kostenarten bzw. Bewertungskriterien mit sich. Dadurch lassen sich im Planungs- und Entscheidungsprozess einer Investition im Top down und/oder Bottom up Verfahren bauteilbezogen oder konstruktions-/ anlagenbezogen nachhaltige Lösungen entwickeln. Im Top-down Durchlauf der systemtechnischen Ebenen sind Nachhaltigkeitsqualitäten von Bauteilen und deren Realisierung durch konkrete Produkte zu prüfen. In dem von uns entwickelten 4-Säulen-Modell (Kap. 8.2.1) entsteht daraus eine Doppelung von Planungs- und Ausführungsanforderungen an Lebenszykluskosten (LZK) und Lebenszyklusqualitäten (LZQ). In dieser Doppelung verändern sich sowohl die Planungsinhalte, als auch die Qualitätsanforderungen an Ausführungsprozesse und damit schließlich an die Überprüfung von Lebenszykluskosten und –qualitäten in den ersten Betriebsjahren, d.h. in Monitoring-Prozessen. Die Informationsbreite und –tiefe ist auf der Bauteilebene am größten: mit der konkretesten Detaillierungsstufe verbindet sich in Ausschreibungstexten die Spiegelung der Marktdaten, insbesondere die Produktvielfalt – die durch Auswahlentscheidungen entweder in der Lebenszyklusperspektive nachhaltig oder wie so oft - nicht nachhaltig - nur nach Preisvorteilen nutzbar gemacht wird.

Dieser zur klassischen Planungsmethode gegenläufige Ermittlungs- und Berechnungsweg erweitert die bislang auf Investitionskosten begrenzte Kostensteuerung, beginnt ebenfalls in frühen Planungsphasen und durchzieht den gesamten Projektablauf.

## 7.2 Relevanzbewertungen

### 7.2.1 Relevanzbewertung nach dem Folgekosten-Index (FKI)

Wenn der Ansatz Integraler Planung über die systemisch orientierte Energieeffizienz hinausgehen soll, muss eine Grenzüberschreitung in den Wertschöpfungsstufen des Bauens erfolgen. Dazu gehört die Vorausschau der Kosten von Serviceleistungen, Energiedienstleistungen und Erneuerungen als Teil lebenszyklusorientierter Integraler Planung. Diese Folgekosten erfassen wir nach der in Kap.6 vorgestellten Kostensystematik mit den zeitorientierten Kostenbegriffen. Deren Planbarkeit ist aber abhängig von einer detaillierten Analyse der Kostengruppen und Bauteile. Die Beeinflussbarkeit erschließt sich nicht ohne weiteres im Zuge der üblichen Entwurfsplanung. D.h. die möglichst frühe Strukturierung der Investitionskosten nach der DIN 276 muss erweitert werden durch die Zuordnung von Folgekosten auch auf den unteren Ebenen der Objekthierarchie. Bei der Auswertung von Projekten der Autoren ergeben sich auch innerhalb der strategischen Kostengruppen auf der nächsten Hierarchiestufe weitere Eingrenzungen.

Die frühzeitige Darstellung systemtechnischer Objektgliederungen und die Identifizierung von Lebenszyklusobjekten auf allen wichtigen Hierarchieebenen bedürfen aber einer methodischen Ausrichtung und Steuerung. Dafür wurde im Zuge des vorliegenden Forschungsvorhabens ein vom Autor entwickelter Ansatz für einen Folgekosten-Index weiterentwickelt. Die Systematik im Anhang Tabelle A 14 zeigt die Vorgehensweise. Den Kostengruppen der DIN 276 werden in der verfügbaren 3-stelligen Struktur Relevanzbewertungen zugeordnet.

Als Bewertungskategorien werden, wie in Kap. 6.6.2 ausgeführt, servicebezogene und energiebezogene Kosten innerhalb der Nutzungsdauer der betrachteten Bauteile unterschieden. Die Relevanzbewertung der Investitionsobjekte erfolgt nach dem Schema in Tabelle A 14 mit einer maximal 5-stufigen Wertskala: keine Relevanz [0], geringe Relevanz [1], mittlere Relevanz [2], hohe Relevanz [3], sehr hohe Relevanz [4]. Im Technischen Service sind folgende Tätigkeitsklassen des Betriebens enthalten (vgl. DIN 18960 und DIN 32541): Bedienung, Inspektion, Wartung, Überwachen, Entstören, Kleine Instandsetzungen. Für energetisch relevante Bauteile wird diese Skalierung jeweils für passive und für aktive Bauteile angewendet. Für die aktiven Bauteile entfallen durch die Unterscheidung von Eigenverbrauch und Systemverbrauch auf diese Unterkriterien jeweils die Skalenwerte [0] bis [2]. Dadurch ergibt sich eine ausgewogene Verteilung für den Index. Er spiegelt die im Gebäudemanagement bekannten drei Hauptkostenblöcke: Reinigung – Technischer Service – Energie. In jedem Block ist ein Skalenwert von maximal [4] und in der Summe der Blöcke ein Maximalwert [16] erreichbar.

### **Für die Index- Bewertungsbereiche wird folgendes Schema verwendet:**

Nutzungsdauer

[ - / N / NN / NNN / NNNN ]

Servicegestützt im Technischen Service

[ - / T / T / TTT / TTTT ]

Servicegestützt durch Reinigung

[ - / R / R / RRR / RRRR ]

Energetisch passiv

[ - / P / PP / PPP / PPPP ]

Energetisch aktiv als Eigenverbrauch (Technikverbrauch)

[ - / E / EE ]

Energetisch aktiv als Systemverbrauch

[ - / S / SS ]

Der Indexwert einer Kostengruppe / eines Lebenszyklusobjektes ist jeweils die Summe aller vergebenen Skalenwerte. Dazu einige Beispiele mit je maximal mögliche Indexwerte (abhängig von allgemeinen Bauteil- und Produkteigenschaften).

Relevanzbewertung Beispiel Bodenbeläge - Indexwert max. 6

- Nutzungsdauer
- servicegestützt [RRRR] – Reinigung
- energetisch passiv [-]
- energetisch aktiv als Eigenverbrauch [-]
- energetisch aktiv als Systemverbrauch [-]

Relevanzbewertung Beispiel Pumpen - Indexwert max. 7

- Nutzungsdauer
- servicegestützt [TT] - Bedienen durch Gebäudeautomation, Entstörung
- energetisch passiv [-]
- energetisch aktiv als Eigenverbrauch [EE] – durch Antrieb und Elektronik
- energetisch aktiv als Systemverbrauch [SS] – durch Regelung/ Hydraulikabgleich

Relevanzbewertung Beispiel Außentüren - Indexwert max. 11

- Nutzungsdauer
- servicegestützt [R] – Reinigung
- Wiederkehrende Prüfungen /Entstörungen /kl. Instandsetzungen [TTT]
- energetisch passiv [P] – Wärmedämmung
- energetisch aktiv als Eigenverbrauch [E] - Stellantrieb und Elektronik
- energetisch aktiv als Systemverbrauch [S] – Luftströmung zwischen Räumen

Relevanzbewertung Beispiel Außenfenster - Indexwert max. 11

- Nutzungsdauer
- servicegestützt [RR] – Reinigung
- Entstörungen / kleine Instandsetzungen [TT]
- energetisch passiv [PPP] – Wärmedämmung (nur Außenfenster)
- energetisch aktiv als Eigenverbrauch [E] - Stellantrieb und Elektronik (z.B. Öffnungsflügel gekoppelt mit Gebäudeautomation)
- energetisch aktiv als Systemverbrauch [SS] – Luftströmung in Gebäuden

**FORSCHUNGSAUFGABE:**

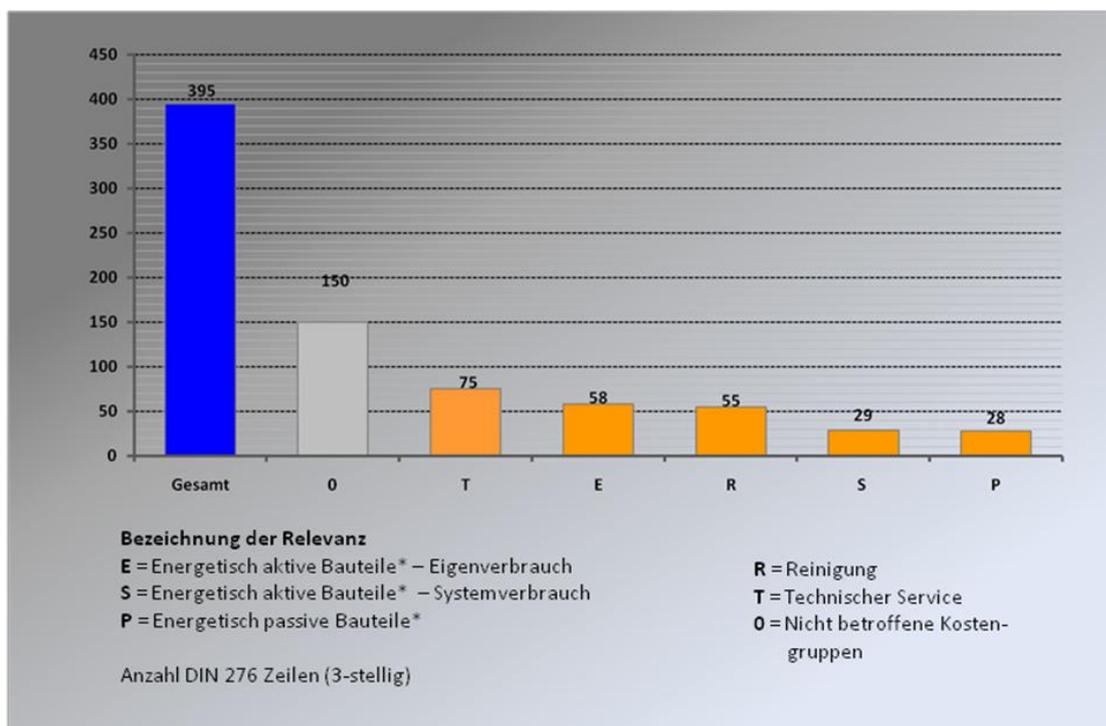
**Vertiefung und Test des Folgekosten-Index in Pilotierungsprojekten**

Durch Überlagerung ergeben sich je Kostengruppe Bewertungsprofile. In diesem Schema werden die skalierten Einzelwerte ohne Wichtung addiert. Die Summe nennen wir Relevanzzahl für mögliche Folgekosten. Daraus ist bei standardisierter Anwendung

in Immobilienbeständen aber auch für alle Stufen der Objekthierarchie – z.B. für ausgewählte Bauteile - ein Folgekosten-Index entwickelbar.<sup>116</sup>

Die Sortierung der Kostengruppen nach den Relevanzzahlen ist nach diesem Schema für jedes Projekt möglich und wird jeweils unterschiedlich ausfallen. Auch die Auswertung der vorgenommenen Sortierung der DIN 276-Positionen bestätigt tendenziell die angesprochene Pareto-Verteilung (Abb. 7-1– Abb. 7-3).

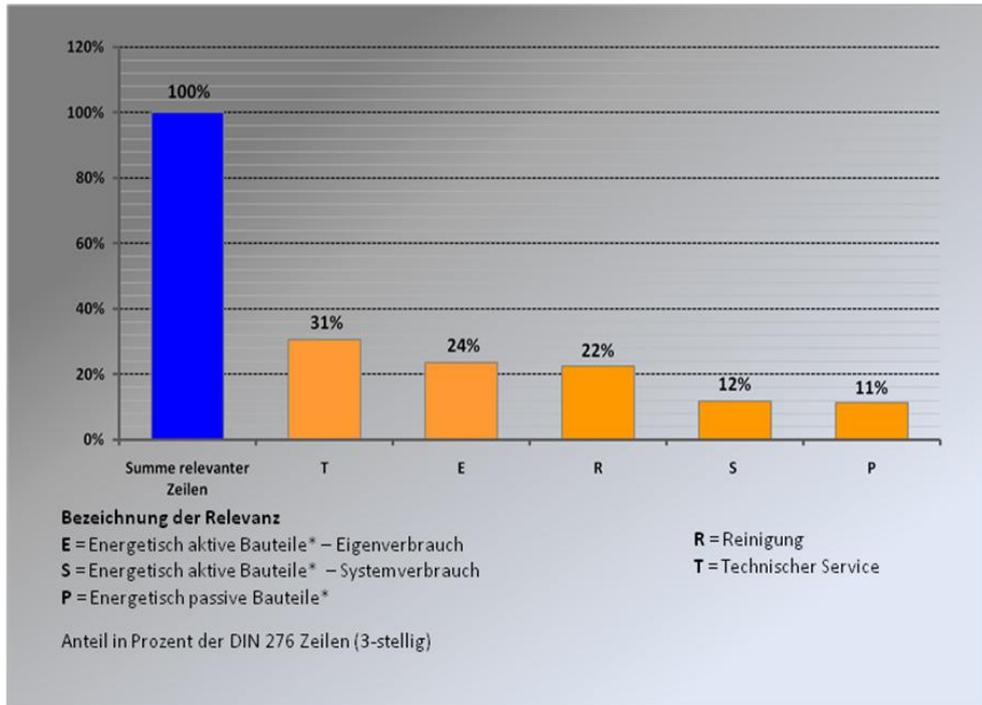
- ca. 1/3 aller DIN Kostengruppen haben keine Nutzungsdauerkosten-Relevanz oder nur in geringem Umfang strategisch.
- ca. 2/3 aller DIN Kostengruppen haben eine servicebezogene Nutzungsdauerkosten-Relevanz
- ca. 2/3 aller DIN Kostengruppen haben eine energetische Nutzungsdauerkosten-Relevanz



\* = Baukonstruktion / Anlage / Komponente

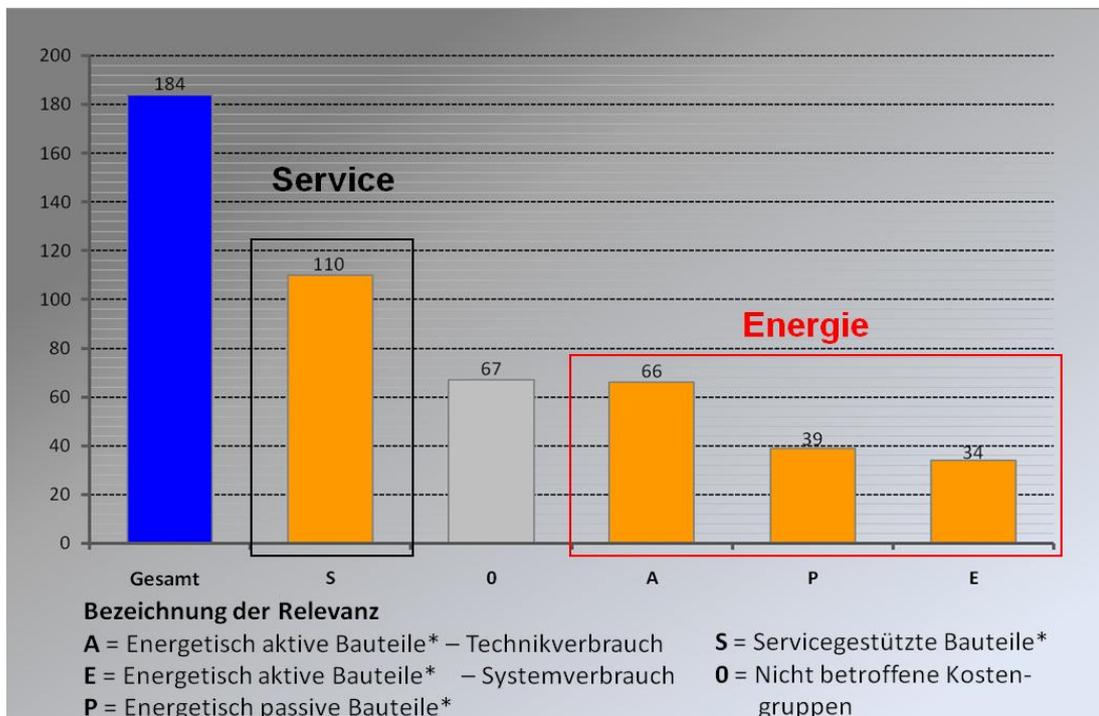
Abb. 7-1: Analyse der DIN 276-Kostengruppen nach dem Relevanz-Index für Folgekosten innerhalb der Nutzungsdauern [© H. Balck]

<sup>116</sup> Die Entwicklung eines Folgekosten-Index für Nutzungskosten von Anlagen, Baukonstruktionen, Bauteilen innerhalb ihrer Nutzungsdauer ist zugleich eine Forschungsaufgabe und eine praktische Entwicklungsaufgabe. In Zusammenarbeit mit dem Forschungspartner DB Station and Service und DB Services konnte ein wesentlicher Teil der dazu erforderlichen Methodik geklärt werden. Das ist auch eine Herausforderung für die Anbieter von CAFM-Software



\* = Baukonstruktion / Anlage / Komponente

Abb. 7-2: Analyse der DIN 276-Kostengruppen nach dem Relevanz-Index für Folgekosten innerhalb der Nutzungsdauern [© H. Balck]



\* = Baukonstruktion / Anlage / Komponente

Abb. 7-3: Analyse der DIN 276-Kostengruppen nach dem Relevanz-Index für Folgekosten innerhalb der Nutzungsdauern [© H. Balck]

Bemerkenswert an den Auswertungen ist der hohe Anteil der nicht-relevanten Kostengruppen [-] mit einem Anteil von 38%. Die Auswertung der relevanten Zeilen verdeutlicht, dass der Technische Service mit einem Anteil von 31% den höchsten Rang hat. Die Gesamtverteilung der Zeilenanteile ist aber nur aussagefähig, wenn man die tatsächlichen Lebenszykluskosten mit den Indexwerten vergleicht. Dazu wurden Kosten aus einem komplexen Rechenmodell (Abb. A 4) auf Basis der DIN 276 mit den Indexwerten nach Tabelle A 14 verglichen. Bei dieser Vorgehensweise muss aber beachtet werden, dass die Relevanzbewertung nach den Nutzungsdauerkosten von den Gebäudearten und konkreten Projektgegebenheiten abhängt. Dadurch können die in Tabelle A 14 nur beispielhaft angegebenen Relevanzwerte variieren. Nach den uns vorliegenden bisherigen Test-Anwendungen dieses Schemas sind aber die Schwankungsbreiten je DIN 276 Kostengruppe und darin erfassten Bauteilen relativ gering. Eine genaue Untersuchung ist in einem Forschungsvorhaben zum „LifeCycle Benchmarking“ (vgl. Kap 9) vorgesehen.

### 7.2.2 Relevanzbewertungen nach Lebenszykluskosten-Faktoren

Der Relevanzcheck nach Nutzungsdauerkosten ist immer dann hilfreich, wenn für ein betrachtetes Lebenszyklusobjekt eine lange Lebensdauer vorausgesetzt werden kann, oder wenn die zu ermittelnde Amortisation von Mehrkosten für ein Effizienz-Produkt deutlich unter der erwarteten Nutzungsdauer liegt. Wenn aber Nutzungsdauern in der Größenordnung zwischen 5 -15 Jahren liegen, wie das für High-Tech-Produkte oft der Fall ist, spielen die Erneuerungszyklen und somit die Erneuerungskosten eine wichtige Rolle in Beschaffungsentscheidungen. Nutzungsdauern von High-Tech-Produkten verringern sich in erster Linie auf Grund sich verkürzender Produktlebensdauern. Für IT-Produkte, wie z.B. PCs ist bekannt, dass sie schon nach wenigen Jahren veraltet sind und aus betrieblichen Effizienzgründen ersetzt werden müssen, obgleich der Erhaltungszustand (physische Nutzbarkeit) das i.d.R. nicht erfordert. Innovative Entwicklungen sind also ein Treiber der Reduktion von Lebenszykluskosten. In solchen Fällen ist eine erweiterte Relevanzbewertung erforderlich. Dazu müssen die Erneuerungskosten mit einbezogen werden. Das geschieht durch die Ermittlung der Lebenszykluskostenfaktoren.

#### **DEFINITION Lebenszykluskostenfaktor**

**Der Lebenszykluskostenfaktor ist das Verhältnis zwischen der Summe von Folgekosten und Investitionskosten zu den Investitionskosten.**

Alternativ zu dieser Definition ist auch der Verhältniswert zwischen Folgekosten und Investitionskosten denkbar. Wir bevorzugen aber für die Relevanzbewertung die oben aufgeführte Definition, weil sie für Bauteile (LZO3) und weithin auch für Baukonstruktionen / Anlagen (LZO2) das Verhältnis von Lebenszykluskosten zu Investitionskosten

wiedergibt. Wie in Kap. 5.3.5 ausgeführt wurde, ist die Ermittlung von Lebenszykluskosten abhängig von der Systemebene des betrachteten Objektes. Nur bauteilbezogen (LZO3) und weitgehend auch für Subsysteme (LZO2) sind Lebenszykluskosten als Summe aus Nutzungsdauerkosten und Erneuerungskosten darstellbar – und nur dann ist der hier vorgestellte Ansatz der Berechnung von Lebenszykluskostenfaktoren für Relevanzbewertungen in systemtechnischen Entwurfsanalysen und der Begründung von Beschaffungsentscheidungen sinnvoll.<sup>117</sup>

### **7.2.3 Vergleich der Relevanzbewertungen**

Die Relevanzaussage nach den Nutzungsdauerkosten zielt auf die Identifizierung von Kostentreibern innerhalb der Nutzungsdauer, die prinzipiell durch objektbezogene Services oder in energetischer bzw. ökologischer Hinsicht bestimmt werden. Relevanzaussagen nach Lebenszykluskostenfaktoren sind abhängig von den Erneuerungskosten und dem Kostentreiber „Länge der Nutzungsdauer“. Damit einher gehen zeitabhängige Faktoren, wie Preisentwicklungen, Marktverfügbarkeit und Innovationen bzw. Produktlebensdauern.

#### **Zweck von Relevanzbewertungen**

Relevanzbewertungen nach dem Nutzungsdauerkosten-Index und nach Lebenszykluskostenfaktoren haben den gleichen Zweck: Beurteilung der Wichtigkeit von Kostengruppen und Bestandteilen einer Investition im Hinblick auf Wirtschaftlichkeit und Qualität in der Perspektive nachhaltiger Nutzung. Es muss also die Frage beantwortet werden, in welchen Fällen welche Relevanzbewertung geeignet ist.

#### **Relevanzbewertung nach dem Nutzungsdauerkosten-Index**

Innerhalb der Nutzungsdauer geht es um die Bewertung der Nutzungskostentreiber, z.B. Energieeffizienz und um Nachhaltigkeitseigenschaften wie Umweltbelastungen durch Emissionen, umweltschonender Einsatz von Betriebsstoffen u.dgl. . Der Erhalt, also die Dauerhaftigkeit, wird dafür vorausgesetzt. Wenn Nutzungsdauern sehr lang sind, z. B. 40-60 Jahre bei Fassadenbauteilen, dann stehen Nutzungsdauerkosten im Vordergrund der Begründung von Investitionsentscheidungen. Langzeit-Erneuerungszyklen und Erneuerungskosten, die nach vielen Jahrzehnten anfallen, entziehen sich den Horizonten der Planbarkeit.

---

<sup>117</sup> Durch die Unterscheidung der Lebenszyklusobjekte in den drei Systemebenen Gesamtbauwerk - Subsysteme – Bauteile, spiegeln sich auch die Unterschiede dieser Objekte in den entsprechenden Lebenszykluskostenfaktoren. Am aussagefähigsten sind Lebenszykluskostenfaktoren für Bauteile bzw. technische Komponenten, denn sie beziehen sich nur auf abgrenzbare Nutzungsdauerkosten und lebensdauerabhängige Erneuerungskosten. Für Gesamtbauwerke sind Lebenszykluskostenfaktoren nahezu aussage-los.

### **Relevanzbewertung nach Lebenszykluskostenfaktoren**

Das Kriterium Langlebigkeit / Dauerhaftigkeit kann im Umkehrungsschluss Gewicht erlangen: Wenn in einer Langzeitbetrachtung keine Kosten für Erneuerungen anfallen, ist das ggf. eine Qualitätsaussage – und im Produktvergleich kann der Vergleich der Lebensdauern ausschlaggebend sein für eine Beschaffungsentscheidung. Bei der Bewertung der Länge der Nutzungsdauer geht es um Nachhaltigkeitsstrategien wie Reduzierung des Ressourcenverbrauchs durch Langlebigkeit, Verringerung von Entsorgungsaufwand und Möglichkeiten des Recycling.

Erneuerungsmaßnahmen zielen auf die Substanzveränderung. Deswegen sind Erneuerungsentscheidungen immer verbunden mit der Beurteilung von Werten in Langzeit-Perspektiven. Im Mittelpunkt stehen dann die klassischen Themen der Instandhaltung: Verschleiß und Veralten. Sie gehören notwendig auch zu den Grundbegriffen der Nachhaltigkeit. Da die Zyklen des Veraltens völlig unabhängig von den verschleißabhängigen Austauschzyklen sind, geht es für Eigentümer oder Nutzer um die strategische Entscheidung, ob bei noch nicht ausgeschöpftem Abnutzungsvorrat der Restwert zugunsten eines höherwertigen Objektes vernichtet werden soll. Die Folge ist dann auch der Neustart einer Kette von Erneuerungszyklen innerhalb eines Nutzungszyklus. Das Veralten generiert also Nutzungsdauerketten mit wesentlichen Konsequenzen für die Nachhaltigkeit der vorangegangenen Investitionsentscheidungen. In solchen Fällen sind Lebenszyklusanalysen und Relevanzbewertungen durch Lebenszykluskostenfaktoren eine geeignete Entscheidungshilfe.

### **FORSCHUNGSAUFGABE:**

#### **Kombinierte Relevanzbewertungen nach dem Relevanz-Index und den Lebenszykluskostenfaktoren**

Als Ergebnis kombinierter Relevanzbewertungen nach dem Relevanz-Index für Nutzungsdauerkosten und den Lebenszykluskostenfaktoren entsteht eine projektbezogene Kostentabelle, die nach diesen Werten sortiert werden kann. Durch A-B-C Analysen sind daraus Rangordnungen ableitbar. Danach können im weiteren Verlauf der Projektphasen Cluster gebildet werden, die für unterschiedliche Ausschreibungsstrategien und beschaffungsbezogene Entscheidungskriterien aufbereitet werden können. Nachdem in Ausschreibungen Preise und Folgekosten durch Vorkalkulationen und anschließend durch Angebotsauswertungen ermittelt sind, kann die Bewertung der Kosten sowohl nach dem Nutzungsdauer-Relevanz-Index als auch nach den Lebenszykluskostenfaktoren erfolgen.

## **8 Lebenszyklusorientierte Projektmethodik – methodischer Rahmen für Beschaffungsprozesse**

### **8.1 Soll-Modell für das Projektmanagement in lebenszyklusorientierten Bauvorhaben**

Mit der Einführung des Lebenszyklusansatzes verändern sich die Prozesse des Planens und Bauens. Die folgende Skizze markiert dazu wichtige Neuausrichtungen. Sie bilden den Rahmen eines lebenszyklusorientierten Beschaffungsmodells für Bauleistungen und nachfolgende Serviceleistungen.

#### **8.1.1 Organisatorische Projektplanung im Lebenszyklusansatz**

In der organisatorischen Projektplanung geht es nicht um fachliche Inhalte des Planens und Bauens, sondern um die Festlegung der beteiligten Rollen, Funktionen und Verantwortlichkeiten. Sie ist daher nicht unmittelbar im HOAI Phasenschema abbildbar. Zeitlich beginnt die Organisatorische Projektplanung vor den HOAI-Phasen oder erfolgt begleitend. Der organisatorische Aspekt ist in der Rollenverteilung zwischen Bauherrn, Architekten, Ingenieuren und Bauunternehmen eine historisch weit zurückreichende institutionelle Grundlage des Baugeschehens. Sie erfuh mit der Entwicklung systemtechnischer Methoden des Projektmanagement seit den 60-er Jahren eine eigenständige Entwicklung. Mit der Einführung von Zertifizierungsmethoden, besonders durch die deutsche Variante des BNB-/DGNB Gütesiegels „Nachhaltiges Bauen“ beginnt eine neue Entwicklungsphase im Zusammenspiel der Bau- und Projektbeteiligten. Ein wesentlicher Teil dieser Veränderung ist die Herausbildung einer neuen Definition des geschuldeten Werks. Es ist zukünftig nicht ausreichend durch die „mängelfreie“ Übergabe eines Bauwerks am Projektende bestimmt. Mit der Vereinbarung von Zertifizierungszielen wird auch die geschuldete Performance zum Inhalt des Erfolgsnachweises.

Damit verbunden ist eine neue Bauherrenrolle. Der Bauherr wird jetzt zum Besteller und Controller integrativer Leistungspakete, die nicht nur auf Prozesse des Planungs- und Baugeschehens abzielen, sondern auch nachfolgende Prozesse des Betriebens und Bewirtschaftens einbeziehen. Auf der Gegenseite sind nun Planer, ausführende Firmen und Serviceanbieter gefragt, die diesem Anspruch gerecht werden können.

Der Erfolg in der Planung wird jetzt dominiert durch Integrationsfähigkeiten – ausgerichtet auf lebenszyklusorientierte Systemintegration. Damit verändern sich auch die klassischen Leistungsbilder des Generalplaners, des Generalunternehmers und Generalübernehmers - als durchgreifende Erneuerung mit überprüfbarer Kompetenz im Immobilien-Lebenszyklus.

### 8.1.2 Lebenszyklusobjekte als Planungsinhalt – Veränderungen im Phasenmuster des HOAI Modells

Im dem seit den Anfängen der Industrialisierung etablierten Branchenmuster der Bauwirtschaft entstehen Bauwerke arbeitsteilig durch getrennte Planungs- und Ausführungsleistungen. Für Neubauten und größere Veränderungen im Gebäudebestand nennen wir die Koppelung von Planung und Ausführung Projekte. Beide Leistungen haben das gleiche Objekt – den Projektgegenstand. Er ist als Planungsinhalt oder als Vertragsgegenstand zeitlich differenziert in Projektphasen. In Deutschland sind dies die klassischen HOAI-Phasen. In diesem Standard ist die Bestimmung des Projektgegenstandes eines Gebäudes aufgespannt zwischen ersten Skizzen (eines Architekten) und aufführungsreifen Plänen bzw. Berechnungen vieler fachlicher Projektbeteiligter. Diese überwiegend graphischen Leistungen werden anschließend in alphanumerische Ausschreibungs- und Vergabedaten übertragen. Darauf gegründete Bauverträge transformieren die bis dahin nur beschreibende in eine rechtswirksame Vorwegnahme von Bauleistungen. Nach deren erfolgreicher Ausführung endet der am Projektanfang konstituierte Projektgegenstand.

Durch den Lebenszyklusansatz wird nun diese Zeitgrenze „Projektende“ überschritten und der bisher nur physisch, funktional und ggf. ästhetisch definierte Projektgegenstand „Bauwerk“ wird umfassender zum „Lebenszyklusobjekt“. Das geschieht nach dem Modell der Wertschöpfungsketten in zwei Richtungen:

- Vor dem Beginn eines Planungs- und Bauablaufes, also vor allen HOAI-Phasen, steht das Baupotenzial mit einer Vielfalt von Produktanbietern und Ausführungsunternehmen. Planungsleistungen sind im Lebenszyklusmodell das Vermittlungsglied zwischen produktbezogenen Produktionsketten (z.B. technologische Ketten von Rohstoffen zu montagefertigen Bauprodukten) und Produktionsketten in der Errichtung von Baukonstruktionen und Technischen Anlagen. Nach Abschluss der HOAI-Phasen folgen im Lebenszyklusmodell die Nutzungs-, Betriebs- und Verwertungsphase. Diese zweite zeitliche Ausweitung des Projektgegenstandes ist durch die Praxis des Gebäudemanagement bzw. Facility Management international seit den 80er Jahren etabliert.), wie regelungsabhängige Komponenten, Bauteile, die gewartet werden müssen, Ersatzteile.
- Der Projektgegenstand „Bauwerk“ und dessen Bestandteile erscheinen in dieser Sicht als Konfiguration aus Bauteilen mit ihren Nutzungsdauern und den zugehörigen Bauprodukten, inkl. ihrer Produktionsgeschichte und zugehörigen Produktlebenszyklen.

Beide Sichtweisen verlangen Grenzüberschreitungen - in Berufsbildern und in den jahrzehntelang eingespielten Branchengrenzen. Der Lebenszyklusansatz erfordert, dass tradierte fachliche Sichtbegrenzungen durch Integration der Planungsinhalte ent-

lang der Wertschöpfungsstufen überwunden werden. Das traditionelle Verständnis von den Objekten des Planens und Bauens muss aus den Zeitgrenzen des Bauvorhabens herausgelöst und in das übergreifende Phasenmodell der Lebenszyklen eingebettet werden. Das bedingt eine veränderte Phasengliederung für lebenszyklusorientierte Bauvorhaben und Veränderungen in den Inhalten in den einzelnen Phasen. Damit verbunden ist methodisch eine „Umkehrung der Wertschöpfungskette“<sup>118</sup>. Grundlage der folgenden Betrachtung ist das HOAI-Schema. Am Anfang wird das 9-gliedrige Phasenschema durch eine Phase 0 erweitert und am Ende durch eine Weiterführung in die Nutzungs- und Betriebsphase „Phase 10“ ergänzt:

PHASE 0:	Projektentwicklung / Strategische Investitionsplanung
HOAI 1:	Bedarfs- / Rahmenplanung    Organisatorische    Projektplanung (parallel zu Phase 0/ HOAI 1 oder parallel zu HOAI 2-4)
HOAI 2-4:	Objektplanung
HOAI 5-7:	Ausführungsvorbereitung
HOAI 8:	Ausführung
HOAI 9:	Dokumentation
PHASE 10:	Start der Nutzung/ Immobilienbewirtschaftung und des Betriebens

Damit wandelt sich das bisherige lineare Ablaufmuster von Bauprojekten“ bzw. Immobilienprojekten in ein komplexes zirkuläres Modell (Abb. 8-1 bis Abb. 8-3).

Der Anfang eines lebenszyklusorientierten Bau- / Immobilienprojektes ist gegenüber dem traditionellen Bauprojekt in die Projektentwicklungsphase nach vorne verlagert. Hier geht es um die frühe Ausrichtung der gesamten Wertschöpfungskette auf die „Performance-Ziele“ in der Nutzungsphase. Das Ende eines Bau- / Immobilienprojektes ist gegenüber dem traditionellen Bauprojekt in die Nutzungs- und Bewirtschaftungsphase in die Betriebsphase verschoben. Hier geht es um die Messung des Investitionserfolges anhand der „Performance-Ziele“.

Die Bedeutung von Nutzungsplanung und immobilienwirtschaftlicher Investitionsplanung bleibt nicht länger auf die Startphase eines Projektes beschränkt. Diese Inhalte durchziehen nun alle HOAI-Phasen und münden in die bislang weitgehend unbeachtet gebliebene Nach-Projektphase, also in das Bewirtschaften und Betreiben, in dem die Immobilie in vielfältiger Weise die zuvor strategisch definierte Performance realisiert – oder verfehlt!

---

<sup>118</sup>. Mit Umkehrung ist gemeint, dass in der Verteilung der Lebenszykluskosten in der 3. Wertschöpfungsstufe (Betrieb/Nutzung) das größte Kostengewicht liegt – mit 80% der Gesamtkosten in der Nutzungs- und Betriebsphase und mit 20% der Gesamtkosten in der Investitionsphase. Von hier aus muss also methodisch an den Anfang der Planung und Entwicklung von Produkten zurück gedacht werden. (vgl. Balck 2003 b)

Die Erfolgskriterien für das Investieren sind damit nicht länger auf das klassische magische Dreieck des Projektmanagement konzentriert. Das Einhalten von Investitionsvorgaben, Terminen und herkömmlichen Qualitätsvorgaben reichen nicht mehr aus. In der Lebenszyklus-Perspektive geht es nicht länger um eine „Punktlandung“, sondern um die nachhaltige Erfolgsmessung.

Die Projektsteuerung, als Bindeglied zwischen Bauherrnfunktionen und Planungsleistungen/Ausführungsleistungen, überschreitet die bisherigen Grenzen einer rein formalen Steuerungsleistung (Terminverfolgung, Kostenverfolgung, Vertragsmanagement) durch neue Leistungsfelder wie Dokumentationsmanagement und Kostenoptimierung plus Qualitätsoptimierung im Lebenszykluszusammenhang.

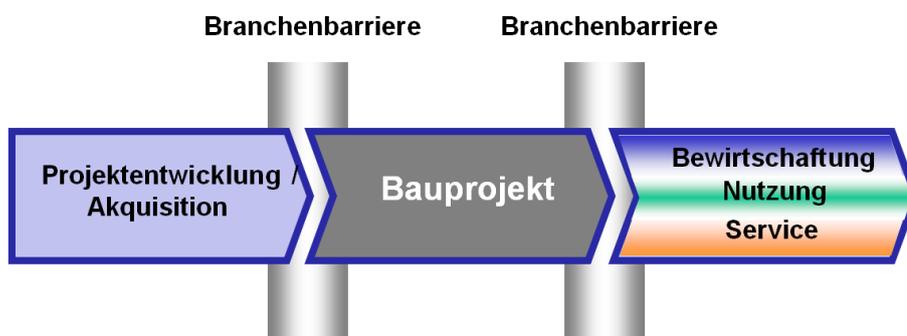


Abb. 8-1: Traditionelle Barrieren in der Immobilienwirtschaftlichen Wertschöpfungskette [© H. Balck]

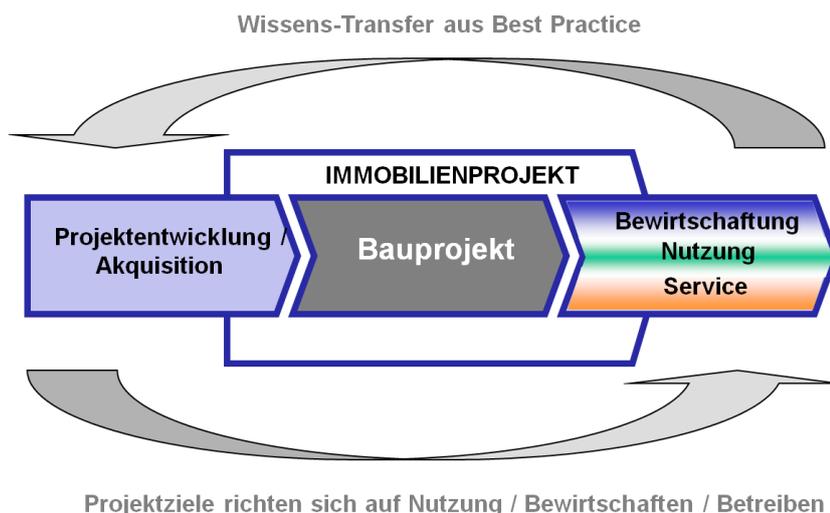


Abb. 8-2: Überwinden der Branchenbarrieren im Immobilienprojekt durch Erweiterung des Bauprojektes auf das Immobilienprojekt [© H. Balck]

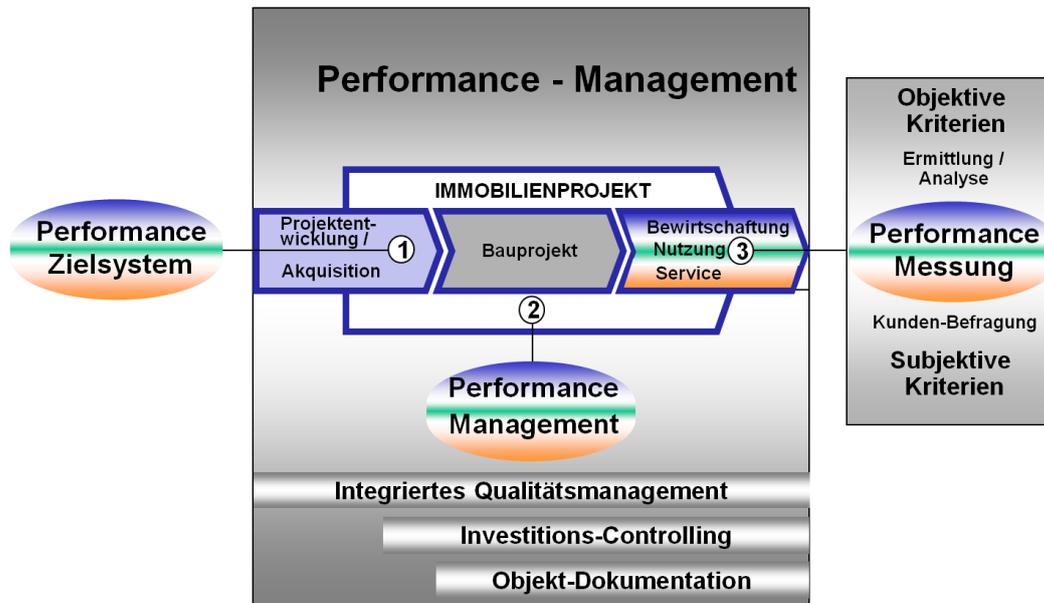


Abb. 8-3: Performance- Management im Immobilienprojekt [© H. Balck]

### 8.1.3 Veränderungen in den erweiterten HOAI-Phasen lebenszyklusorientierter Bau- und Immobilienprojekte

Das im Folgenden beschriebene Phasenmuster – als Entwurf für ein Sollmodell – hat für alle Phasen und damit verbundenen Einzelinhalte Auswirkungen auf ein lebenszyklusorientiertes Ausschreibungs- und Vergabemuster.

#### PHASE 0: Projektentwicklung / Strategische Investitionsplanung

Diese Phase ist der HOAI-Phase 1 vorgeschaltet. Folgende Leistungsbausteine sind typisch:

- Durch Performance-Zielsysteme werden Rahmen-Anforderungen für jede Leistungslette vorgegeben, die anschließend in der HOAI I konkretisiert werden.
- Entwicklung einer Projektidee im Rahmen einer immobilienwirtschaftlichen oder eigennutzerorientierten Projektentwicklung. Durchführung von Investitionsrechnungen, Marktanalysen, Standortanalyse, Due Diligence-Prüfungen und Verfügbarkeit von Human Resources.
- Finanzierungs-Management, häufig in Verbindung mit der Konzeption und Entwicklung von Investorenmodellen.
- Im Hinblick auf den zunehmenden Erfolgsfaktor *Service* erfolgt eine standortbezogene Serviceumfeld-Analyse.

- Mit wachsendem Investitionsrisiko wächst auch die Bedeutung der Dokumentation der Strategischen Investitionsplanung in Form einer eigenständigen Entscheidungs-Dokumentation.

### **HOAI 1: Bedarfs- / Rahmenplanung**

Die traditionelle HOAI-Phase 1 (Grundlagen) erhält in Verbindung mit einer vorausgehenden Phase der strategischen Investitionsvorbereitung eine Schlüsselstellung: Sie ist die Eintrittspforte in das eigentliche Bauprojekt – mit folgenden Schwerpunkten:

- Neue Arbeitswelten verlangen zeitgemäße, gleichermaßen auf momentanen und zukünftigen Bedarf angelegte, Nutzungskonzepte. Deren Festlegung ist eng verbunden mit dem Vermietungskonzept. In dieser Verzahnung geht es um nichts geringeres, als die Auflösung des Zielkonfliktes zwischen dem Nutzerinteresse an Flächenressourcen und dem Vermieterinteresse an vermietbarer Fläche.
- Die Rahmenvorgaben der Performance-Zielsysteme werden objektbezogen für jede Leistungskette konkretisiert. In der Nutzungs-/Bewirtschaftungs- und Betriebsphase werden sie zum Maßstab der Erfolgsmessung.
- Der neue Bauherr gibt seinen Architekten und Beratenden Ingenieuren durch diese Strategischen Rahmenvorgaben einen „Erfolgs-Korridor“ vor. Das ist eine auf Immobilienprojekte angewendete Form des Qualitätsmanagement mit konsequenter Ausrichtung auf das Performance-Zielsystem.
- Durch Operative Rahmenvorgaben, insbesondere durch ein Dokumentationskonzept und ein Servicekonzept können Architekten und Beratende Ingenieure bereits bei Planungsbeginn Bearbeitungs- und Optimierungsprozesse einleiten, in deren Verlauf alle wichtigen Planungs- und Ausführungsentscheidungen im Lichte nachhaltiger Nutzbarkeit und Wirtschaftlichkeit getroffen werden.

### **HOAI 2-4: Objektplanung**

Durch die planerische Vorausschau auf die spätere Phase des Betriebens und Bewirtschaftens resultiert gleichsam ein vorgezogenes Objektmanagement. Aus diesem Grunde werden die HOAI-Phasen 2-4 unter der Bezeichnung Objektplanung zusammengefasst.

Auf der Basis einer fortgeschrittenen immobilienwirtschaftlichen und nutzungsbezogenen Flächen- und Belegungsplanung geht es nun im Kernbereich der Architekten- und Ingenieurleistungen um die Ausrichtung der Bauplanung an den Vorgaben des lebenszyklusorientierten Controlling für Objekte der Bewirtschaftung. Das ist z.Z. eine große Herausforderung an die übliche Entwurfspraxis:

- In der Immobilien- und Nutzungsplanung wird das Flächenangebot mit zugehörigen raumorganisatorischen Nutzungskonzepten im Zusammenhang mit einer frühzeitigen Einbeziehung der Einrichtungsplanung und Planung der Betriebsausrüstung festgelegt.
- Eine Kernforderung ist die durchreichende Objekt-Flexibilität von der Grundrisslösung über die Verbindung von baukonstruktiven und anlagentechnischen Flexibilitätseigenschaften bis zu Flexibilitätseigenschaften auf der Bauteilebene.
- In der konsequenten Ausrichtung der Objektplanung auf optimierte Lebenszykluskosten und Lebenszyklusqualitäten (insbesondere Flexibilität) müssen "Strategische Bauteile" identifiziert werden. Strategische Bauteile sind traditionell kein Planungsthema. Dieser Begriff bezeichnet eine Bewertung von Bauteilen bei Baukonstruktionen und gebäudetechnischen Anlagen. Damit werden Gliederungselemente gemäß DIN 276 charakterisiert, deren Eigenschaften im Hinblick auf Nutzungskosten und Flexibilitätseigenschaften erfolgskritisch sind.
- Im Dokumentenmanagement werden durch die Nutzung von CAD-Systemen und deren Verknüpfung mit CAFM-Systemen (Computer Aided Facility Management) erfolgskritische Anforderungen an Layer-Strukturen definiert. Ein bislang immer noch wenig beachteter Erfolgsfaktor ist die frühe Differenzierung von erforderlichen Layer-Strukturen für die Bewirtschaftungs- und Betriebsphase. Ein Paradebeispiel sind Flächenpolygone, die in der üblichen Bauplanung nicht benötigt werden, aber für die Festlegung von Mietflächen, Einrichtungsplänen, Reinigungsdokumentation, Schließplänen u. dgl. unverzichtbar sind.
- In der Objektplanung werden bereits wichtige Weichenstellungen für die späteren Prozesse des Betriebes und Bewirtschaftens vollzogen. In der Detailplanung von Baukonstruktionen (z. B. Energieeigenschaften einer Fassade) und gebäudetechnischen Anlagen wird ein später nicht mehr korrigierbarer Korridor für Serviceaufwendungen festgelegt: Energieverbrauch bzw. Energieverluste, Störungsverhalten und der damit verbundene Ausfall innerhalb von Nutzungsprozessen, Inspektions- und Wartungsaufwand, Instandsetzungsrisiko und Instandsetzungsaufwendungen im mittel- und langfristigen Zeithorizont.

### **HOAI 5-7: Ausführungsvorbereitung**

In den HOAI-Phasen 5-7 (Ausführungsplanung – Ausschreibung – Mitwirkung in der Vergabe) stehen bauteilbezogene Eigenschaften im Mittelpunkt, die nicht nur im Hinblick auf Preise und Abnahmeeigenschaften, sondern auch auf der Basis von Lebenszykluskosten und -qualitäten geprüft werden. Diese Differenzierung ermöglicht die Einbeziehung von Innovationen aus der Industrie. Die bislang in Leistungsverzeichnissen verschmolzenen Marktabfragen für Produkte und zugehörige Errichtungsdienstleistungen werden jetzt trennscharf. Die Konsequenz ist ein entsprechend differenzierter Ein-

kaufsprozess. Das bedeutet, dass Produkteigenschaften, die sich erst im Nutzungs- und Betriebsverlauf erweisen, einen höheren Stellenwert haben als die bislang ausschließlich betrachteten Errichter-Leistungen. Dazu kommen weitere erfolgskritische Bausteine lebenszyklusorientierter Beschaffungsprozesse:

- Lange vernachlässigte Forderungen an die Dokumentation werden nun zu einem wesentlichen Teil für Ausschreibungen an Ausführende Firmen, bzw. an die Anbieter von Produkten.
- Innerhalb der Serviceplanung wird parallel zum Ausführungsprozess die Gesamtheit der technischen und nicht-technischen Dienstleistungen ganzheitlich definiert und von den Errichterleistungen entkoppelt. Dadurch entsteht ein neuer Zusammenhang zwischen Errichterleistungen und korrespondierenden, parallel zur Nutzungsphase zu erbringenden Serviceleistungen.

### **HOAI 8/ HOAI 9 / PHASE 10:      Ausführung - Inbetriebnahme - Überleitung zur Nutzungs- und Bewirtschaftungsphase**

Die Ausführungsphase und die Überleitung zur Immobilienbewirtschaftung haben auf der Zeitachse einen großen überlappenden Teil. Aus diesem Grund werden die folgenden Gesichtspunkte zugleich der klassischen Ausführungsphase (HOAI 8) und dem Beginn der Nutzungs- und Bewirtschaftungsphase (HOAI 9-10) zugeordnet.

Kurz vor der Nutzungsphase wird die ursprüngliche Flächen-Bedarfsplanung im Zuge der konkreten Festlegung von Mietern bzw. Nutzern in Form einer Belegungsplanung bzw. Einrichtungsplanung festgeschrieben. Grundlage der Belegungsplanung / Einrichtungsplanung sind Flächenpolygone aus der CAD-Dokumentation. Sie müssen gesondert definiert und als Planungsleistung gefordert werden. Damit verbunden sind hohe Anforderungen an die Genauigkeit dieser Flächendaten: Aufgrund häufiger Änderungen im Planungsverlauf sind die Flächendaten ursprünglicher Plandokumente immer wieder veraltet und müssen im gleichen Umfang angepasst werden (findet in der Planungspraxis aber oft nicht statt). Dadurch sind nach Abschluss der Ausführungsplanung die übergebenen Plandokumente fehlerhaft. Auf der Basis falscher Flächendaten werden aber Mietverträge, Einrichtungspläne, Gebäudereinigungsausschreibungen u. dgl. auf einer falschen Datenbasis festgelegt.

Lösung dieses branchentypischen Problems: Konsequentes Dokumentenmanagement und deren Verbindung mit der Belegungsplanung und Beachtung folgender Regeln (in HOAI 8 und HOAI 9):

### **Synchronisation von Bauleistungen und Dokumentationsleistungen in der Ausführungsphase: Pläne müssen „as built“ übergeben werden!**

Qualitätssicherung und Kostenmanagement erfolgen auf der Basis der zuvor festgelegten planerischen Zielvorgaben. Durch die oft unvermeidliche Praxis von Planungsände-

rungen und Nachträgen resultiert ein Controlling-Zirkel, in dem die ursprünglichen Vorgaben immer wieder in angepassten Details einfließen und überprüft werden müssen.

Im Anschluss an die Inbetriebnahmephase ist die Überprüfung von geforderten Performance-Werten eine Forderung, die in der bisherigen Planungs- und Baupraxis kaum zu finden ist. Sie ist aber unabdingbar, wenn der Lebenszyklus-Gedanke konsequent umgesetzt werden soll<sup>119</sup>.

#### **8.1.4 Performance Measurement im 1. und 2. Betriebsjahr:**

Ein für den Lebenszyklusansatz erfolgskritischer Teil der Projektmethodik ist die im heutigen Baugeschehen noch kaum praktizierte Phase für Optimierungen im 1. und 2. Betriebsjahr<sup>120</sup> nach der Fertigstellung eines Bauwerks. Abb. A 9 / Abb. A 10 zeigen die lebenszyklusorientierten Leistungsbausteine von der Entwurfsphase bis zur Performance-Messung und Betriebsoptimierung.

Nach Abschluss der Inbetriebnahme beginnt eine relativ lange Phase, in der vor allem die Technischen Anlagen in einen „eingeschwungenen Zustand“ überführt werden müssen. Dazu gehören die Feineinstellungen von MSR-Technik und Gebäudeautomation (z.B. Anpassen von Soll-Werten, Zeitschaltung). Im Verlauf sorgfältiger Betriebsbeobachtungen werden Energieeffizienz und Behaglichkeit im Zusammenspiel des Bauteilverhaltens baukonstruktiver Bauteile und technischer Komponenten der Heizung-/ Lüftung-/ Kältetechnik analysiert und für je gegebene Raumbedingungen nutzerbezogen optimiert.

Solche Einschwingphasen der Nutzer- und Betriebsprozesse sind ein erfolgskritischer Teil im Lebenszyklus-Management. Die Arbeiten von Fisch/ Plesser<sup>121</sup> haben auf der Basis umfangreicher Messungen an zahlreichen neu in Betrieb genommenen Gebäuden die Bedeutung dieser Monitoringphase nachgewiesen. Wenn solche Aktivitäten nach der Fertigstellung von Gebäuden unterbleiben – und das war bisher der Regelfall – dann wird ein Einsparungspotential von ca. 10- 20 % des jährlichen Energieverbrauchs und ein entsprechender Anteil des Aufwandes für das Betreiben nicht ausgeschöpft.

Die Kurve der Beeinflussbarkeit von Lebenszykluskosten endet also nicht wie bei den Investitionskosten mit der Fertigstellung eines Bauprojektes. In den ersten Betriebsjah-

---

<sup>119</sup> Im Zertifizierungsverfahren nach LEED ist das planungsbegleitende Commissioning ein geeignetes Vorbild, diese Forderung umzusetzen. Sie hat zudem den Vorteil, dass der vom Bauherrn direkt zu beauftragende Commissioning Agent die vom Planungsteam ermittelten energetischen Verbrauchswerte in einer 10-monatigen Betriebsbegleitung überprüft.

<sup>120</sup> BMVBS (2011) Leitfaden Nachhaltiges Bauen – zu: Betriebsoptimierung während der Inbetriebnahme s. S. 85

<sup>121</sup> Fisch / Plesser (2007)

ren werden durch Facility Management/ Gebäudemanagement in größerem Umfang Betriebskosten verringert und darüber hinaus Instandsetzungskosten und Ersatzinvestitionen von Bauteilen entlang von Zyklusketten der Erneuerungen optimiert.

### **Bauteil- und Produktorientierung erleichtert den Performance-Erfolg**

Das Gebäude- und Anlagen-Monitoring liefert auch die methodische Grundlage für den Finalpunkt lebenszyklusorientierten Planens und Bauens – die Performance-Messung. Die Überprüfung der Gebäude-Performance ist zwar in allen Projektphasen möglich – z.B. durch eine Vor-Zertifizierung im BNB- oder DGNB-Bewertungssystem – bleibt aber nur vorläufig. Die Zielerreichung eines auf Nachhaltigkeit angelegten Planungs- und Bauablaufes fällt zeitlich mit dem eingeschwungenen Zustand zusammen und kann erst im Verlauf der Monitoringphase festgestellt werden.

Wenn damit die Beurteilung des Projekterfolges einhergeht, verschiebt sich die nach dem Werkvertragsrecht definierte Erfolgsdefinition: aus dem klassischen Erfolgsbegriff „mängelfrei geschuldetes Werk“ wird die „geschuldete Performance“ dieses Werkes. Solcher Erfolg ist also zweifach eingegrenzt. negativ durch ein Nicht-Vorhandensein von Mängeln und positiv durch überprüfbare Merkmale der Effektivität und Effizienz.

Wenn die geschuldete Performance in die Vertragsinhalte von Verträgen mit Architekten, beratenden Ingenieuren, Baufirmen und Produktzulieferern einfließt, hat das gravierende Folgen für das gesamte Planungs- und Baugeschehen (vgl. Kap 12). Die im traditionellen Denken der Planer eher unterschätzte Rolle der Bauteilorientierung erfährt dadurch einen Bedeutungssprung. Die Nachhaltigkeit eines Gebäudes erweist sich erst in den Jahrzehnten des Nutzens und Betreibens - und in dieser Phase sind die realisierten Bauteile mit ihren eingesetzten Produkten in hohem Maße erfolgskritisch. Diese Einsicht ist auch ein wesentliches Ergebnis des Technischen Facility Managements/ Gebäudemanagement. Seit den 80er Jahren wurden in umfangreichen Prozessanalysen des Betriebens und damit verbunden in aufwendigen Erfassungen von Bestands- und Betriebsdaten die Einsatzbedingungen aber auch die Folgen falsch beschaffter Bauteile und Produkte offengelegt

### **8.1.5 Informationsanforderungen in Leistungsketten / Lebenszyklusphasen**

Die fachlichen Schnittstellenprobleme in den Leistungsketten von der Planung bis zur Bewirtschaftung spiegeln sich auch in Problemen an den Informationsschnittstellen. Auch hier sind Ausschreibungs- und Vertragsinhalte gefragt, die insbesondere eine betreiber- und bewirtschaftungsgerechte Dokumentation sicher stellen.

### **Datenproblem**

Häufig fehlen die erforderlichen Daten über das Langzeitverhalten der betrachteten Objekte und Komponenten. Besonders wenn in Ausschreibungs- und Vergabeverfahren von Bauleistungen diese Lebenszyklus-Methodik angewendet wird, wird immer wieder erkennbar, dass nicht nur Planer und ausführenden Firmen über unzureichendes Wissen verfügen, sondern dass auch Betreiber großer Immobilienbestände hier in Verlegenheit geraten. Das erwachte Interesse an Lebenszyklus-Wissen ist eine Herausforderung für die gesamte Bau- und Immobilienwirtschaft.

### **Lösungsansatz für das Informations- und Dokumentationsproblem**

Von den Auftragnehmern im Bauprozess kann ohne Vorgaben keine einheitliche Dokumentation erwartet werden. Zu diesem Zweck müssen für alle Gewerke Dokumentationsanforderungen zusammengestellt und von Anfang an in den Planungs- und Bauprozess integriert werden. Dies geschieht durch ein FM orientiertes Projekt Management.

Die Dokumentationsrichtlinie ist dann Vertragsbestandteil in den Architekten- und Ingenieurverträgen (Verträge mit externen Partnern) und Vertragsbestandteil in den Bauverträgen (Verträge mit ausführenden Firmen) und ggf. in anderen Verträgen mit externen Beteiligten des Bauens/ Betriebens/ Bewirtschaftens.

Der schematisch dargestellte Workflow des projektbegleitenden Dokumentationsprozesses beginnt bei Projektbeginn mit der verbindlichen Vorgabe der Dokumentationsrichtlinie für alle Planungsbeteiligten.

Der Dokumentationsablauf durchzieht alle Phasen des Planungs- und Bauablaufes bis zum Betreiben und Bewirtschaften. Der Erfolg dieses Prozesses erwächst aus der Anwendbarkeit der Objekt-Dokumentation nach der Fertigstellung eines Bauvorhabens in der Phase des Nutzens, Bewirtschaftens und Betriebens.

Eine Dokumentationsrichtlinie ist sowohl ein Instrument für das Bauherrn-Management, als auch für die Leistungserbringung aller Projektbeteiligten.

### **Schnittstelle zwischen Ausschreibung-Vergabe-Abrechnung-Software (AVA) und CAFM-Software**

Im Kern ist das Informations- und Dokumentationsproblem eng verbunden mit den elektronischen Daten der AVA-Software. Nach den Standards des GAEB werden Positionen nach Gewerkegliederungen zusammengestellt. Diese Strukturen decken sich aber nicht mit der später im Betreiben benötigten Datensystematik. Der Unterschied zeigt sich an den beiden Grundgliederungen der DIN 276: nach Gewerken und nach Funktionaleinheiten / Bauteilen, die nicht kompatibel sind mit den Gliederungen für Leistungsverzeichnisse von Serviceleistungen (z.B. Wartungsleistungen nach VDMA-Standard). Deswegen ist von marktüblicher AVA-Software ein Datenübergang zu Mo-

dulen der CAFM-Softwarewelt bislang nicht ohne Medienbrüche möglich. So können bis heute aus elektronischen Leistungsverzeichnissen für Bauleistungen nicht ohne weiteres Anlagen- und Bauteillisten für Inspektionen und Wartungen erzeugt werden. Ähnliches gilt für Anforderungen aus dem Energie Management. Das sind Entwicklungsaufgaben für die lebenszyklusorientierte Software-Integration von AVA und CAFM.

## 8.2 Vier-Säulen Modell

### 8.2.1 Methodik des 4-Säulen-Modells

Das Vier-Säulen-Modell hat der Autor entwickelt und seit 2003 in Bauvorhaben unterschiedlicher Größe zusammen mit Gerhard Kuder umgesetzt<sup>122</sup>. Die dabei aufgetretenen Erfahrungen haben eine Reihe von markt- und branchenspezifischen Entwicklungsfragen aufgeworfen, die auch Gegenstand des vorliegenden Forschungsvorhabens sind. Im Ganzen hat sich das Vier-Säulen-Modell als erfolgreich bewiesen und dient als paradigmatisches Modell der vorliegenden Untersuchung.

Das Vier-Säulen-Modell ist eine integrierte Bewertungs- und Entscheidungshilfe für die Planung oder Beschaffung optimaler Baukonstruktionen und Technischer Anlagen – von der Planung bis hin zur Vergabe von Bauleistungen bzw. zur Beschaffung von Bauprodukten. Das Modell besteht aus zwei Kosten-Aspekten (Säule 1-2) und zwei Qualitätsaspekten (Säule 2-4). Die Anwendung erfolgte bisher und in den folgenden beispielhaften Darstellungen für klassische Ausschreibungen nach Gewerken (Abb. 8-4).

---

<sup>122</sup> Seit 2003 wurden Ausschreibungen besonders in der Gebäudetechnik im Lebenszykluskosten-Modell in der Balck und Partner Beratergruppe durchgeführt. Dabei zeigte sich von Anfang an, dass die Erweiterung von Preisvergleichen im Rahmen von Angebotsbewertungen immer wieder das Begründungsproblem „Höhere Preise für höherwertige Produkte“ mit sich führen. Kostenvorteile in den Lebenszykluskosten waren oft keine ausreichende Entscheidungsgrundlage für Bauherren. Deswegen ist es erforderlich, wie im 4-Säulen-Modell angelegt, höherwertige Produkte auch im Hinblick auf ihre Qualitätsvorteile systematisch zu bewerten.



Abb. 8-4: 4- Säulen Modell in der lebenszyklusorientierten Ausschreibung und Vergabe  
[© Prof. Balck]

### SÄULE 1: Investitionskosten

Die Investitionskosten werden nach der DIN 276 bauteilbezogen ermittelt (Errichtungskosten aus Preisen für Bauleistungen ausführender Firmen plus anteiliger Honorarkosten). Zusätzlich erfolgt eine Gliederung dieser Kosten nach Strategischen Bauteilen.

### SÄULE 2: LZZ-Rechenmodell

In diesem Modell werden bauteilbezogen - im Hinblick auf konkrete Materialien / Bauprodukte - Investitionskosten durch Folgekosten (Nutzungsdauerkosten und Erneuerungskosten) ergänzt.

In Tabelle A 15 wird am Beispiel der Ausschreibung alternativer Anlagen für den Sonnenschutz in einem Bürohochhaus der Vergleich von Investitionskosten und errechneten Lebenszykluskosten dargestellt. Das Ergebnis der Lebenszykluskostenanalyse ist in zweierlei Hinsicht aufschlussreich: Unter den konstruktiven Gegebenheiten einer geplanten Doppelfassade erwies sich die deutlich preisgünstigere Beschaffung von Sonnenschutzanlagen ohne Lichtlenkung bei genauerer Analyse sogar als nachteilig, weil zusätzliche Kosten für zentrale Lüftungstechnik erforderlich wären. Die Analyse der Folgekosten ergab außerdem, dass das in der Anschaffung „billigere Produkt“ in den Betriebsprozessen überproportional hohe Folgekosten nach sich zieht.

Die Alternative zu traditionellen Sonnenschutzanlagen zeigte sich bereits nach den ersten Rechnungsläufen der ermittelten Folgekosten: Anlagen mit Lichtlenkungsmöglichkeiten waren nicht nur qualitativ höherwertiger, sondern auch bei den Lebenszykluskosten günstiger.

Die Suche nach der Bestlösung musste in mehreren Stufen erfolgen. Nachdem durch einen ersten Systemvergleich im Lebenszyklusansatz die Lichtlenksysteme als bessere Lösung in der vorgesehene Doppelfassade erkennbar wurden, musste das Ausschreibungsverfahren ergänzt werden durch eine messtechnische Überprüfung der Nutzungs- und Betriebseigenschaften der in der engeren Wahl verbliebenen Produktalternativen. Im Hinblick auf Lebenszykluskosten war das Produkt X günstiger. Es musste aber noch festgestellt werden, ob dieses Produkt auch qualitativ den hohen Anforderungen des Nutzungs- und Bauherren entsprach. Dazu wurde in einem LZQ-Berechnungsmodell ein Qualitätsvergleich durchgeführt (siehe unten). Grundlage waren die Ergebnisse von Messeinrichtungen, durch die an vergleichbaren Tagen Temperaturverläufe und Lichtlenkungsdaten verglichen wurden. Außerdem wurden Bewertungen von Nutzern im Rahmen einer Bemusterung ermittelt. Das Ergebnis dieses zweifellos aufwendigen Vergabeverfahrens war eine klare Entscheidung für das Produkt X, obgleich das Produkt Y bessere Performance-Werte bei der Lichtleistung hatte. Die nach der unten beschriebenen Nutzwertanalyse ermittelten Werte lagen bei 84% für das Produkt X und 68% für das Produkt Y, bzw. 51% für das Produkt Z.

### **SÄULE 3: LZQ-Bewertungsmodell**

Qualitätsanforderungen werden traditionell bei der Auswahl eines Produktes in Form von Anforderungen festgelegt und bei der Beschaffung eines Produktes zum Zeitpunkt der Warenübergabe bzw. Abnahme einer Bauleistung geprüft. Eigenschaften eines Produktes, die erst im Laufe der Nutzungszeit, insbesondere in späteren Phasen der Lebensdauer in Erscheinung treten, werden aber weder durch Anforderungen noch durch Prüfvorgänge erfasst. Dieser Mangel kann im Lebenszyklusansatz durch Bewertungsmodelle mit Hilfe von Lebenszyklusqualitäten (LZQ) vermieden werden.

Lebenszyklusqualitäten (LZQ) sind bewertete Eigenschaften von realisierten Bauteilen – als Zusammensetzung aus Bauprodukten und als Ergebnis eines Herstellungsprozesses am Produktionsort „Baustelle“ (Montageablauf / Verfahrensablauf). Im Idealfall sind Lebenszyklusqualitäten auch „zugesicherte Eigenschaften“. Das bedeutet, dass diese Eigenschaften entweder von der ausführenden Firma (Errichtungsphase) oder von den Anbietern der beteiligten Produkte zugesichert werden. Hier liegt allerdings ein kompliziertes Problem, das sich aus der Struktur der Bauwirtschaft und der Entscheidungsfindung durch die Planungsbeteiligten ergibt:

- Architekten- und Ingenieurbüros, die bei der Planung und Entscheidungsvorbereitung mitwirken, haben in vielen Fällen keine ausreichende Kompetenz über die realisierten Bauteileigenschaften – und selten Wissen über Lebenszyklusqualitäten.
- Ausführende Firmen sind in der Regel Unternehmen des Handwerks, bzw. des Mittelstandes. Die Zusicherung von Eigenschaften im Rahmen von Gewährleistungsfristen erstreckt sich zeitlich nach VOB auf max. 4 und nach BGB auf 5 Jahre. Diese Zahl wird selten überschritten - und oft wird nicht einmal diese Gewährleistungsfrist realisiert, weil Firmen vorher in Insolvenz geraten.
- Produktanbieter kommen aus nahezu allen Branchen der Industrie. Obwohl hier häufig das Potenzial für lange Gewährleistungsfristen gegeben ist, sind dennoch kurze Gewährleistungsfristen typisch.<sup>123</sup>

Das LZQ-Bewertungsmodell lässt sich am besten für Lebenszyklusobjekte anwenden, die als selbstständige funktionale Einheiten abgrenzbar sind. Dafür haben sich Nutzwertanalysen bewährt, in denen die „Performance“ von Bauwerkskomponenten nach vorgegebenen Kriterien ermittelt wird. Im LZQ-Bewertungsmodell werden Qualitätsaspekte von Bauprodukten in ihrem konstruktiven Zusammenwirken in Bauwerksteilen, d.h. in Baukonstruktionen und Technischen Anlagen betrachtet.

Die systematische Bewertung von Lebenszyklusqualitäten kann nur sehr begrenzt auf Branchenstandards zurückgreifen. Es fehlen Definitionen und Testverfahren. Das im Folgenden vorgestellte Bewertungsmodell beruht auf der Methodik der Nutzwertanalyse (NWA). Sie ist ein bewährtes Instrumentarium für die Entscheidungsvorbereitung und Entscheidungsfindung bei der Bewertung von Industrieerzeugnissen mit einer Vielzahl von Anforderungen in komplexen Anwendungsfällen. Grundlage ist ein Kriterienkatalog, der für nutzerbezogene Anwendungsbedingungen festgelegt wird. Die ausgewiesenen Kriterien sind das Ergebnis einer intensiven Recherche und Wissensabfrage. Für den Aufbau einer Nutzwertanalyse für die Produktbewertung in einem LZQ-Bewertungsmodell haben sich drei Hierarchiestufen bewährt:

### **HIERARCHIESTUFE 1: Hauptkriterien der Nutzwertanalyse für die Bewertung von Produktalternativen**

In den erarbeiteten Kriterienkatalogen werden die Hauptkriterien „Nutzenprofile“ genannt. Orientiert an der Wertschöpfungskette des Bauens werden folgende Nutzenprofile unterschieden:

---

<sup>123</sup> Das Interesse von Bauherren an der Verlängerung von Gewährleistungsfristen geht einher mit dem Lebenszyklusansatz. Hierzu ist aber die Bereitschaft in der Bauwirtschaft noch wenig entwickelt. In der Zusammenarbeit mit dem Forschungspartner Prof. Franke haben wir im Vier Säulenmodell dafür eigene LV-Positionen in Ausschreibungen und entsprechende Angebotsbewertungen aufgenommen.

NUTZENPROFIL 1: Nutzungseigenschaften

NUTZENPROFIL 2: Qualität der Prozesse in der Errichtungsphase

NUTZENPROFIL 3: Qualität der Prozesse des Betriebens

NUTZENPROFIL 4: Eigenschaften aus Synergien mit Produkten anderer Gewerke

NUTZENPROFIL 5: Langezeitverantwortung

### **HIERARCHIESTUFE 2: Unterkriterien der Nutzwertanalyse für die Bewertung von Produktalternativen**

Während die Hauptkriterien für alle Bauteile eines Bauwerks unverändert bleiben, müssen für Bauteile je spezifische Unterkriterien ausgewiesen werden.

### **HIERARCHIESTUFE 3: Indikatoren der Nutzwertanalyse für die Bewertung von Produktalternativen**

Jedem Unterkriterium werden Indikatoren zugeordnet. Auf dieser Ebene geht es um die Zuordnung von überprüfbaren Messverfahren. Insbesondere, wenn es sich dabei auch um genormte Testverfahren handelt (zum Beispiel Rutschhemmung), können die gemessenen Werte direkt mit einer Bewertungsskala verbunden werden.

Generell erfolgen Bewertungen auf der Ebene der Indikatoren (dritte Hierarchieebene) durch Bewertungsskalen. Bewährt haben sich Punktebewertungen zwischen eins (Minimalwert) und fünf (Maximalwert). Eine Umkehrung dieser Skala in Form von Schulnoten ist sinnvoll und hat zudem den Vorteil, dass Punktebewertungen nicht zusätzlich in „Bewertung nach Schulnoten“ umgerechnet werden müssen (vgl. beigefügtes Musterbeispiel).

Zusätzlich zu den Bewertungen auf der Ebene der Indikatoren werden Wichtungen durchgeführt. Dafür hat sich die Delphi-Methode bewährt:

### **Ablauf der Bewertung in Delphi-Runden<sup>124</sup>**

Ein Kreis von Bewertungsexperten (drei bis acht Personen) legt in dem vorgegebenen Rahmen der NWA Gewichtungszusätze auf allen Hierarchieebenen fest (vereinfacht können auch nur die Ebenen eins und zwei gewichtet werden). Die Delphi-Methode hat folgenden Ablauf:

**Erster Schritt:** Jeder Teilnehmer gibt seine Wichtungen (Hierarchieebenen eins bis drei) und seine Bewertungen (Indikatoren) nach eigenem Ermessen in eine Tabelle ein. Das NWA-Softwareinstrument ermittelt dann die resultierenden Punktebewertungen bzw. Schulnoten-Bewertungen.

---

<sup>124</sup> Delphi-Befragungen wurden in der Zukunftsforschung entwickelt. Sie haben sich als pragmatisches Verfahren im Wissensmanagement durch Feedback-Schritte ab der 2. Befragungsrunde bewährt – vgl. Seeger (1979).

**Zweiter Schritt:** Die einzelnen Ergebnisse der NWA-Teilnehmer werden offengelegt und im Kreis der Teilnehmer diskutiert. Jeder Teilnehmer begründet seine Gewichtung- und Bewertungsentscheidungen.

**Dritter Schritt:** Die NWA-Teilnehmer geben erneut einzeln in einem zweiten Durchlauf Wichtungen / Bewertungen in die NWA-Tabelle ein (i. d. R. werden die ursprünglichen Eingaben modifiziert, da andere Teilnehmer „erfolgreich“ ihre Begründungen vermittelt haben).

**Vierter Schritt:** Die Bewertungsergebnisse des zweiten Durchlaufs werden am besten mit Hilfe eines NWA-Softwareinstrumentes (z.B. als Excel-Anwendung) gemittelt.

#### **SÄULE 4: Bewertung des Unternehmenspotenzials**

In der Lebenszyklusbetrachtung sind sowohl LZK als auch LZQ abhängig von der Leistungsfähigkeit und nachhaltigen Verfügbarkeit bestimmter Leistungen und Produkte, die in einem Bauvertrag festgelegt sind, denn Bauleistungen und eingebaute Produkte haben in den lebenszyklusrelevanten Zeitspannen (10-30 Jahre) erfolgskritische Kopplungen zu den Bieter-Unternehmen, deren Subunternehmen und vor allem zu den Produktherstellern. Als Bewertungsinstrument dient ebenfalls die Nutzwertanalyse (Nutzwertanalyse 2).

#### **Vergaberechtliche Probleme der Bewertung des Unternehmenspotenzials**

Vergaberechtlich ist die Bewertung des Unternehmenspotenzials allerdings problembehaftet. So ist zu beachten, dass die Beurteilung der Bieter formal nur in der 2. Wertungsphase und in der 4. Wertungsphase nicht mehr möglich ist. Anders verhält es sich, wenn die Abfragen zum Unternehmenspotential auch legitime Inhalte von Leistungen sind. Nach den Erfahrungen der Autoren sind folgende Prüf Aspekte in dieser Sicht in Säule 4 wichtig:

- Verlängerung von Gewährleistungen
- Produktgarantien
- Nachliefergarantien für Ersatzteile
- Bereitstellung von Produktinformationen (im Lebenszyklusansatz !)
- Zusage, dass die Überprüfung von Lebenszyklusdaten bei Referenzkunden möglich sind
- Zusage, dass die Überprüfung von Lebenszyklusmerkmalen durch Testverfahren des Herstellers möglich sind
- Zusage von zeitlichen Produktverfügbarkeiten (in Beschaffungsprozessen)
- Zusage von Reaktionszeiten bei Störungsfällen
- Zusage für die Durchführung von Schulungen
- Zusage für die Mitwirkung von Auditierungen und Kontrollen (Performance Measurement) in den ersten Betriebsjahren

## 8.2.2 Beschreibung des Vier-Säulen-Modells am Beispiel Beschaffung von Bodenbelägen

Die im Folgenden dargestellte Anwendung des Vier-Säulen-Modells wurde vom Autor in Zusammenarbeit mit dem Forschungspartner DB Station & Service in einem Pilotprojekt durchgeführt.<sup>125</sup>

### SÄULE 1: Investitionskosten

Investitionskosten werden für Instandsetzungsprojekte betrachtet. Gemäß DIN 276 gehören dazu auch die Abbruchkosten für den vorhandenen Belag.

#### Modellrechnung:

- Anschaffungskosten / m<sup>2</sup> (Belagmaterial)
- Verlegekosten / m<sup>2</sup>
- Oberflächenbehandlungen (geflammt / gebürstet / poliert + gelasert / geschliffen C120)
- Schutzmaßnahmen / m<sup>2</sup>
- QM-Prozess (begleitend zum Planungs- und Errichtungsprozess)
- Bauschlussreinigung

### SÄULE 2: LZK-Berechnungsmodell

Investitionskosten werden erweitert um Folgekosten. Die Kostentreiber im Lebenszyklus der Bodenbeläge sind mit hoher Dominanz Aufwendungen für Reinigung und Pflege. Folgende Kostenarten sind im Berechnungsmodell standardisiert:

- Unterhaltsreinigung (Beseitigung von Grobschmutz, Maschinelle Reinigung)
- Zwischenreinigung (Fleckentfernung, Entfernung von Kaugummi)
- Grund- und Sonderreinigung (Entfernung von Säureflecken, Imprägnierungen )
- Betriebsmittel / Reinigungsmittel bei 365 Reinigungstagen (Automatenreiniger / 1000 m<sup>2</sup>, Imprägniermittel / 1000 m<sup>2</sup>, Grundreiniger / 1000 m<sup>2</sup>, u.a.)

Die Rauigkeit der Oberfläche und damit verbundene Schmutzanhaftung ist für die Berechnung der Lebenszykluskosten und die Bewertung der Lebenszyklusqualitäten gleichermaßen erfolgskritisch. Im Vergleich hat die polierte Oberfläche bei Granit (mindestens Schliff C 120) deutliche Vorteile im Hinblick auf die Reinigung. Bei gleicher Rutschhemmung hat ein Granitboden mit Rutschhemmung R 9 (gelasert / Schliff C 120) einen Kostenvorteil in den Jahreskosten gegenüber einem Betonwerkstein, geflammt von ca. 20 % (Abb. 8-5).

---

<sup>125</sup> Die Aufgabenstellung für die Entwicklung eines methodischen Konzeptes war eine Instandsetzungsmaßnahme. Es sollte untersucht werden, welche Vor- und Nachteile verschiedene Bodenbelagsarten in einem großen Personenbahnhof im Hinblick auf Lebenszykluskosten und nachhaltige Qualitäten haben.

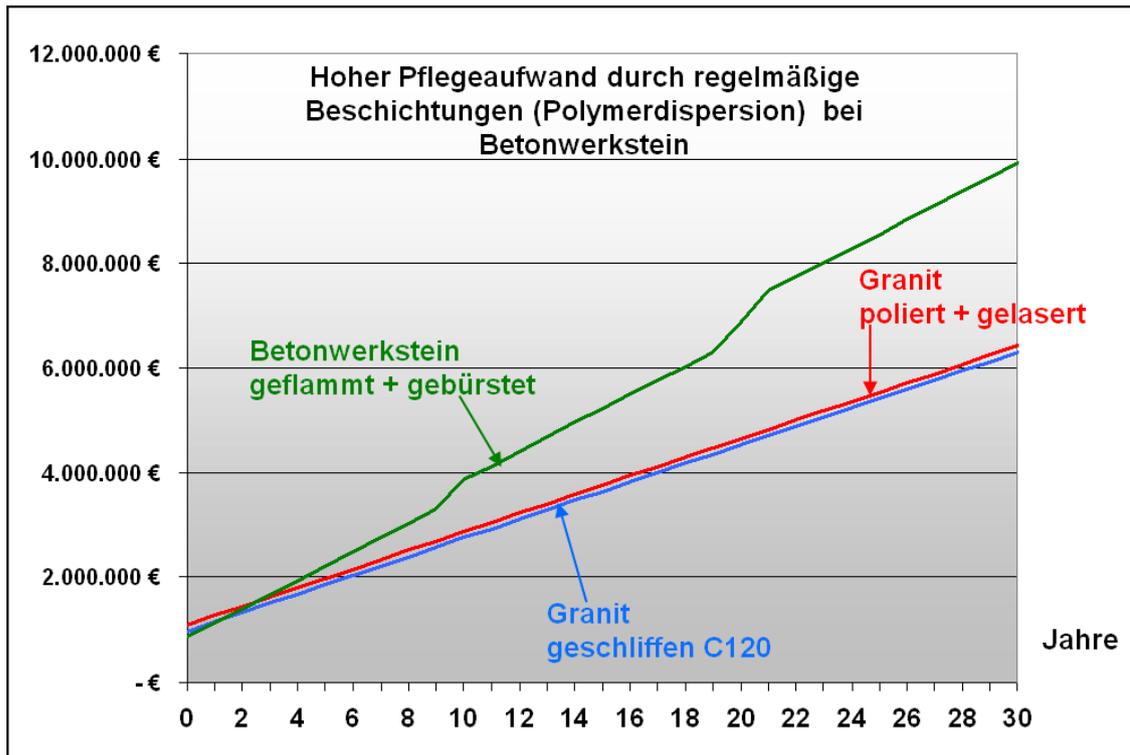


Abb. 8-5: Nachweis der Wirtschaftlichkeit durch Lebenszykluskostenberechnung zwischen Belagsalternativen in der Bahnhofssanierung [IPS Darstellung]

### SÄULE 3: LZQ-Bewertungsmodell

Erhöhte Qualität kann sich rechnen. Die Mehrkosten in der Errichtungsphase für Granit mit Oberflächenbehandlung zur Erzielung der erforderlichen Rutschhemmung (R 9) amortisieren sich in wenigen Jahren bei Granit geschliffen (C 120) beziehungsweise bei Granit, poliert und gelasert.

### SÄULE 4: Bewertung des Unternehmenspotenzials

Im Beispielprojekt Bodenbeläge hat die DB Station & Service auf eine Potentialbewertung der Anbieter weitgehend verzichtet, weil die gesamte Serviceausrichtung durch den eigenen Dienstleister DB Services erbracht wird. Dieser Fall tritt in großen Unternehmen häufig auf, wenn in der Betreiber-Organisation interne Dienstleister verfügbar sind.

Wenn sich zukünftig zunehmend Wertschöpfungspartnerschaften zwischen präqualifizierten Produktlieferanten und Betreiber-Bauherrn etablieren, ist allerdings davon auszugehen, dass sich auch unternehmensinterne Dienstleister mehr auf das Servicepotenzial der Anbieter abstützen werden. Das gilt in besonderem Maße für verlängerte Gewährleistungsfristen und produktbezogene Garantien. Mit der in der Bauwirtschaft zunehmend sich herausbildenden Entwicklung hin zu Systemanbietern (vgl.

Kap. 2.2) werden für Betreiber-Bauherrn also Lösungsanbieter interessant, die in der Langzeitverantwortung sowohl die Lieferung der Bodenbelagprodukte als auch Verlegeleistungen mit einer langen Gewährleistungsfrist (mind.10 Jahre) verbinden können.

### **8.2.3 Ausschreibungsmuster nach Lebenszykluskosten für gebäude-technische Anlagen am Beispiel eines Lüftungsgerätes**

Für die vergaberechtliche Belastbarkeit muss geklärt werden, wie in Ausschreibungen der Verweis auf die im konkreten Vergabefall relevanten Normen und Richtlinien und daraus jeweils ausgewählte Teile explizit benannt werden müssen. Diese Frage erhält immer dann Gewicht, wenn Rechenmodelle für die Ermittlung von Lebenszykluskosten verwendet werden. Dann geht es neben der Gleichbehandlung der Bieter auch um die Validität des Rechenmodells. Dazu gehört auch die Festlegung der zu verwendenden Kostenarten. Ein Anwendungsbeispiel für ein geeignetes Berechnungsmodell hat die Firma AL-KO für Lüftungsgeräte vorgestellt.<sup>126</sup> Auf der Basis ausgewählter Kostenarten werden verschiedene Lüftungskonzepte im Lebenszyklusansatz verglichen. Bezug genommen wird auf die Kostenartensystematik und Berechnungsgrundlage nach der VDI 2067-1. Folgende Kostenarten wurden ausgewählt:

- Kapitalkosten (vgl. Kapitalgebundene Kosten, VDI 2067)  
Anmerkung: Diese Kosten können alternativ auch nach DIN 276 ermittelt werden.
- Kosten für Wartung / Bedienen (vgl. Betriebsgebundene Kosten, VDI 2067)  
Anmerkung: Ausgelassen werden Kosten der Instandsetzung.
- Stromkosten (vgl. Energiekosten, VDI 2067)
- Befeuchtungskosten (vgl. Energiekosten, VDI 2067)
- Kältekosten (vgl. Energiekosten, VDI 2067)
- Wärmekosten (vgl. Energiekosten, VDI 2067)

Die aufgeführten Kostenarten dieses Rechenmodells sind auch in der DIN 18960 und anderen Regelwerken des VDI und des VDMA zu finden. Für die Beurteilung der Validität einer solchen Auswahl von Kostenarten im Rahmen eines Ausschreibungs- und Vergabeverfahrens sind folgende Regeln festzuhalten:

- Kostenarten und Berechnungsweg müssen auf anerkannten Regelwerken beruhen.
- Die Auswahl passender Kostenarten aus den aufgeführten Regelwerken muss begründet sein und in einem plausiblen Rechengang als standardisierbare Be-

---

<sup>126</sup> Vgl. Hecker (2009) – Seite 277

wertungsgrundlage verwendbar sein. Die in den genannten Regelwerken nicht verwendeten Kostenarten bzw. Rechenwege müssen umgekehrt als nicht erforderlich ausgeschlossen werden können.

Für Bewertungsverfahren auf der Grundlage solcher Lebenszykluskostenberechnungen empfiehlt der Hersteller folgende Regeln für den Ausschreibungs- und Vergabeprozess<sup>127</sup>:

- Hinweis auf die DIN 18379<sup>128</sup> mit dem Hinweis auf die dort geforderte Betriebssicherheit und den „sparsamen und wirtschaftlichen Betrieb“.
- Garantie von Leistungswerten durch die Bieter (Wirkungsgrad der Wärme- und Feuchterückgewinnung, elektrische Leistungsaufnahme des Ventilators).
- Hinweis des Bieters auf EUROVENT-Zertifizierungen für Geräte<sup>129</sup>
- Überprüfung der Garantiewerte.
- Überprüfung der Leistungsdaten gemäß DIN 24166<sup>130</sup> mit vorgegebener Genauigkeitsklasse (abweichende Genauigkeitsklassen sind gesondert zu vereinbaren).
- Leistungsprüfung ausgeschriebener Betriebsvorgaben durch Simulation.
- Leistungsprüfung von Antriebsmotoren der Ventilatoren.
- Abgleich der Messergebnisse mit den Garantie- und Leistungsdaten aus Leistungsverzeichnissen.
- Der Bauherr kann sich vorbehalten, einen Sachverständigen zu konsultieren.
- Sollten bei einer Messung die angegebenen Verbrauchswerte überschritten werden, werden alle Anlagen auf Kosten des Bieters nachgemessen.
- Die Abnahmemessungen sind Bestandteil des Auftrages und vom Auftragnehmer zu organisieren und kostenmäßig einzuplanen.
- Kosten für die Messung am Werksprüfstand werden im Angebot als Eventualposition ausgewiesen.
- Werden Verbrauchswerte überschritten, werden von der Schlussrechnung des Auftragnehmers die entstehenden Kosten für den Mehraufwand in Energie und die Lebensdauer der Anlage von 15 Jahren in Abzug gebracht.
- Sollte bei der 1. Leistungsprüfung festgestellt werden, dass die garantierten Motor-Leistungsaufnahmen überschritten werden, erhält der Auftragnehmer die Möglichkeit der Nachbesserung.

---

<sup>127</sup> Zitiert nach Hecker (2009) – Seite 300

<sup>128</sup> DIN 18379 (2002)

<sup>129</sup> EUROVENT-Zertifizierungen wurden 1993 gegründet. Die Einführung von Energieeffizienzklassen für Geräte der Klimatechnik ist ein wichtiger Meilenstein im Performance-Wettbewerb, d.h. für die Ausrichtung von Leistungsbeschreibungen an Effizienzparametern – vgl. Törpe (2009)

<sup>130</sup> DIN 24166 (1989)

Dieser in der üblichen Vergabep Praxis nicht übliche erhöhte Aufwand in Leistungsverzeichnissen, in der Angebotsbewertung und Kontrolltätigkeiten ist ein Beispiel für die in Kap. 6.6 dargestellte Sonderbehandlung Strategischer Bauteile. Umgekehrt verdeutlicht die vom Hersteller empfohlene Erweiterung der LV-Positionen eine Grenzüberschreitung, die nicht als Standard für beliebige Bauprodukte gelten kann. D.h. die am Lebenszyklusansatz orientierte Planungs- und Beschaffungsmethode verlangt, dass bauteilbezogen Umfang und Differenzierung von LV-Positionen nach den wirtschaftlichen Erfordernissen in Bauvorhaben / Baumaßnahmen festzulegen sind.

### **8.3 Entwicklungsaufgaben – Funktionale Ausschreibungen und Koppelung der Vergabeverfahren für Bauleistungen und Serviceleistungen**

Folgende Themen und Probleme sind Gegenstand von Entwicklungsaufgaben, die auch in laufenden Pilotierungsprojekten der Forschungsinitiative ZukunftBAU bearbeitet werden.

#### **FORSCHUNGSAUFGABE:**

##### **Vorgaben für Beschaffungsprozesse in Vorbemerkungen und Leistungsverzeichnissen**

Klassische Leistungsverzeichnisse für Einzelvergaben enthalten in den Leistungspositionen produktbezogene Merkmale, wie z.B. Produkttyp, Ausführungsart, Einbaumaße, verlangte Prüfungen und Zertifizierungen u.a. zugesicherte Eigenschaften. Sie müssen durch lebenszyklusorientierte Anforderungen und Abfragen ergänzt werden.

#### **FORSCHUNGSAUFGABE:**

##### **Ergänzende Produkthanforderungen des Betreibers**

Dabei handelt es sich um Betreiber-Anforderungen, die aus den Erfahrungen der Anwender (i.d.R. in eigenen Werkstätten) stammen und bei Nichtbeachtung erhöhte Kosten bzw. Qualitätsprobleme verursachen – z. B.:

- Produkte vermeiden, die Spezialwerkzeug bzw. aufwendige Produkthanpassungen erfordern
- Beschaffung erforderlicher Werkzeuge, wie z. B. Fehlerauslese- / Diagnosegeräte
- Leichte Zugänglichkeit von zu prüfenden / instand zu setzenden Komponenten
- Ergänzende Produktabfragen zur Ermittlung von Lebenszykluskosten bzw. nachhaltigen Qualitäten

**FORSCHUNGSAUFGABE:**

- Lebenszyklusorientierte Ausschreibung und Vergabe auf Basis Funktionaler Leistungsbeschreibungen

Die klassische Alternative zur Einzelvergabe ist die Ausschreibung auf Basis von Funktionalen Leistungsbeschreibungen. Dazu bestehen in der Perspektive der Lebenszyklusorientierung organisatorische Varianten, die in Ansätzen bereits im Marktgeschehen vorhanden sind:

- GU- Ausschreibung und –Vergabe unter Einbindung von Lebenszykluskriterien
- Ausschreibung und Vergabe im BOT-Modell (Build-Operate-Transfer / Musterbeispiel in Deutschland: Englische Botschaft Berlin)
- PPP-Projekte (Public Private Partnership)<sup>131</sup>

Der derzeitig beobachtbare Entwicklungsstand dieser im Ansatz zeitgemäßen Projektformen ist aber in vieler Weise problematisch. Tatsächlich sind Lebenszyklusansätze nur in geringem Umfang Bestandteil von Ausschreibungen und Vergabeprozessen. Bei genauerer Hinsicht zeigt sich immer wieder, dass alte GU-Muster lediglich in der Zeitachse verlängert wurden. D. h. es resultieren erhebliche Nachteile für Nutzer und Betreiber, wenn die vertraglichen Bausteine nicht konsequent im Lebenszyklusmodell dargestellt und überprüfbar sind. Das ist eine Herausforderung für alle Marktteilnehmer - und eine Chance zur Entwicklung hochwertiger Bauwerke.

**FORSCHUNGSAUFGABE:**

**Lebenszyklusorientierte Koppelung von Bauleistungen und Serviceleistungen in Ausschreibungs- und Vergabeprozessen**

Vorteile bzw. Nachteile von Produkten in Verbindung mit Bauleistungen und Serviceleistungen werden zukünftig in einem großen Teil baubezogener Ausschreibungsverfahren ein Standard sein. Erfolgskritisch sind lebenszyklusorientierte Vorgaben, die von Planern im Verbund mit Betreibern erarbeitet werden müssen und zu beachten sind. Dabei geht es im Kern immer um eine 2-fache Vergabestrategie (vgl. Konzept der Gelenkschnittstellen in Kap. 4.6):

- Vergabe von Bauleistungen
- Vergabe von Serviceleistungen, die mit eingebauten Komponenten von Bauleistungen verbunden sind

Diese Ausweitung von Ausschreibungsinhalten und Vergaben ist streng genommen eine Kombination aus Bauleistungs-LVs und Service-LVs. Das hat sowohl fachliche als

---

<sup>131</sup> Vgl. Grabow (2008) und Scheel-Siebenborn (2008)

auch juristische Konsequenzen. Hier wird derzeit im Marktgeschehen und in Forschungsprozessen Neuland erschlossen. Folgende Fälle sind möglich:

In Bauleistungs-LVs werden Produkte mit Anforderungen versehen, die aus Folgeprozessen wie z. B. Ersatzteilbeschaffung / Bedienprozessen / Wartungsprozessen abgeleitet werden. Insbesondere die Abfrage von möglichen Wartungskosten erfolgt aber optional. D. h. es bleibt offen, ob solche Leistungen als Eigenleistung erbracht werden oder nicht.

Im Nachgang zur Beschaffung von Bauleistungen kann im Anschluss an die Inbetriebnahme eine Ausschreibung der zugehörigen Serviceleistungen erfolgen. In diesem Fall sind die Ergebnisse der vorangegangenen lebenszyklusorientierten Ausschreibung von Bauleistungen entsprechend einzuarbeiten. Auch in diesem Fall besteht die Option, Teile der ausgeschriebenen Leistungen als Eigenleistungen zu erbringen.

Die Koppelung von Bauleistungen und Serviceleistungen hat eine weitere Ausweitung zur Folge: die Prüfung des Unternehmenspotentials. Dazu gehören vor allem serviceorientierte Eigenschaften und Kompetenzen der Herstellerunternehmen bzw. der damit verbundenen Dienstleistungsunternehmen – z. B.:

- Lieferfähigkeit von Ersatzteilen
- Reaktionszeiten im Störfall (insbesondere bei Firmen aus dem Ausland)
- Kompetenz bei Schulungen für Eigenleistungen

## **9 LifeCycle Benchmarking für Instandhaltungsaufwand**

Folgekostendaten für Instandhaltungen hat der Forschungspartner DB Station & Service AG für ca. 5000 Bahnhöfe zur Verfügung gestellt. Darüber hinaus wurden Instandsetzungsdaten einbezogen, die das IPS Institut in Kliniken und Krankenhäusern durchgeführt hat. Die Ergebnisse werden erstmalig in dem vorliegenden Bericht veröffentlicht (Abb. A7).

### **9.1 Methodische Regeln für die Auswertung von Folgekosten am Beispiel Instandhaltungsdaten**

Der Forschungspartner DB Station & Service AG hat im Rahmen des Projektes Instandhaltungsdaten aus SAP und einer Instandhaltungs-Software für 5000 Bahnhöfe bereit gestellt. Dadurch konnte die Methodik der Strategischen Kostengruppen / Bauteile nach dem Relevanzbaumverfahren EDV-orientiert weiterentwickelt werden. Bei der Analyse übergebener Daten aus SAP PM und aus CAFM zeigte sich die Möglichkeit einer statistisch validen Auswertung. Es wurden nicht nur Daten von hoch frequentierten Personenbahnhöfen ausgewertet. Dadurch ergaben sich belastbare Auswertungen für alle Kostengruppen in allen Bahnhofskategorien. Darüber hinaus konnte die elektronische Datenbasis verwendet werden, um die Methodik des Relevanzbaumverfahrens zu verfeinern.

#### **9.1.1 Leitlinien für Auswertungen von Instandhaltungsdaten**

Die im Folgenden dargestellten Leitlinien für Auswertungen betreffen Instandhaltungsdaten von Objekten innerhalb der Nutzungsdauer. Sie können durch anlagen- / bauteilbezogene Betriebskosten ergänzt werden können. Bei der Erarbeitung der Leitlinien stand folgende Frage im Mittelpunkt:

**Wie können prozessorientierte Anforderungen des technischen und infrastrukturellen Facility Management frühzeitig auf Basis der Kenntnis Strategischer Kostengruppen / Bauteile in die Entwurfs- und Planungsphasen einbezogen werden?**

#### **FORSCHUNGSAUFGABE:**

Im LifeCycle-Benchmarking sind Koppelungen zwischen Instandhaltung (IH) + Energiemanagement (Leitlinie 1) und zwischen Instandhaltung (IH) + Reinigung (Leitlinie 2) von Interesse:

**Leitlinie 1: Instandhaltung plus Energiemanagement / Dominanter Anwendungsbereich: Technische Anlagen**

Die Ausrichtung auf „Strategische Bauteile“ erlaubt eine Überlagerung von IH-Strategien mit der Daueraufgabe Verbessern der Energieeffizienz:

Instandhaltung und Energiemanagement sind komplementäre Aufgaben im Gebäude Lebenszyklus Management – und bilden deswegen eine methodisch-organisatorische Einheit. Dadurch können umfangreiche Kostensenkungen realisiert werden, die bislang im Bahnhofsbetrieb noch nicht systematisch erschlossen wurden. Das zeigt die in der vorliegenden Untersuchung begonnene Analyse der zufällig ausgewählten Bahnhöfe.

BEISPIELE: Optimierung von IH-Prozessen und Energieoptimierung bei Aufzügen, Fahrtreppen, Heizungstechnik, Kältetechnik, Beleuchtung

### **Leitlinie 2: Instandhaltung plus Reinigung / Dominanter Anwendungsbereich: Baukonstruktionen**

Die Ausrichtung auf „Strategische Bauteile“ erlaubt eine Überlagerung von IH-Strategien mit der Daueraufgabe Reinigung/Pflege:

Instandhaltung und Reinigung / Pflege sind komplementäre Aufgaben im „Gebäude Lebenszyklus Management“ – und bilden deswegen eine methodisch-organisatorische Einheit!

Für Leitlinie 1 gibt es erfahrungsgemäß ein breites Spektrum von Maßnahmen für beide Stufen. Entscheidend für den Realisierungszeitpunkt sind jeweils die Amortisationszeiten. Für Leitlinie 2 geht es i.d.R. um „Mitnahmeeffekte“. So wird z.B. ein Bodenbelag oder eine Fassade erst ersetzt, wenn dies ein Instandsetzungstau oder ein neuer Mieter verlangt – und nur in Ausnahmefällen aus Kostengründen, um z.B. die Reinigungskosten zu verringern.

## **9.2 Auswertungen von Nutzungsdauerkosten und Erneuerungskosten nach DIN 276 Kostengruppen**

Für das Forschungsvorhaben wurden in anonymisierter Form Instandhaltungsdaten von ca. 5000 Bahnhöfen untersucht. Die auf Basis der DIN 276 gegliederten Daten und deren Verarbeitung in einem sehr effizienten Softwaresystem als Verbund aus SAP und einem CAFM- Modul konnten wir uns auf Instandhaltungsdaten konzentrieren, die ausschließlich innerhalb der Nutzungsdauern der betrachteten Anlagen angefallen war. Zur Verfügung gestellt wurden Daten zwischen den Jahren 2003 und 2006. Die im Folgenden dargestellten methodischen Ergebnisse sind unabhängig von Bahnhöfen für beliebige Objekte anwendbar. Das bestätigen auch Analysen der Autoren im Bereich von Instandhaltungsdaten in Krankenhäusern und Kliniken. In den folgenden Ausführungen wird deswegen allgemein an Stelle der untersuchten Bahnhofsobjekte von Bauwerken bzw. Lebenszyklusobjekten gesprochen.

### **Kennlinien komplexer Gebäudebestände als Auswertungsergebnisse**

Auf der höchsten Klassenebene (alle Bauwerke, alle Gliederungsebenen) wird deutlich, welche Kostengruppen für den Betrieb der Bauwerke von Bedeutung sind. Zu beachten ist die Abgrenzung der Lebenszykluskosten nach den zwei zeitbezogenen Aufwand-/ Kostenklassen: Maßnahmen innerhalb der Nutzungsdauer und Erneuerungsmaßnahmen. Da uns vom Forschungspartner DB Station & Service nur Instandhaltungsdaten zugänglich waren, haben wir nur den Entstörungs- und Instandhaltungsaufwand innerhalb der Nutzungsdauern der erfassten Objekte ausgewertet. Eine Weiterführung mit Einbeziehung des Anlagevermögens und Erneuerungskosten ist Aufgabe eines Folgeprojektes (s. unten).

Die durchgeführte Auswertung erfolgte nach Bauwerksklassen anhand der Bahnhofstypologie. Die Auswertungen in Abb. 6-5 bis Abb. 6-6 (s. Kap. 6.6.2) ergeben in aufsteigender Sortierung Einblick in die Folgekostenstruktur des in den betrachteten Immobilien realisierten Anlagevermögens.

Zur Ausweisung von Relevanzstufen wurden in absteigender Folge die ermittelten Häufigkeitswerte der Aktivitäten bzw. die dazu korrespondierenden Kosten nach der A-B-C-Analyse farblich markiert (Treppenmuster).

Auf den ersten Plätzen der aufsteigenden Sortierung dominieren die Kostengruppen der Technischen Anlagen. Die Rangfolge wird durchgängig angeführt durch die Kostengruppen Fernmeldetechnik und Fördertechnik, häufig gefolgt von Starkstromtechnik (insbesondere Beleuchtung). In der A-B-C-Analyse der Einzelauswertungen werden daraus A-Kostengruppen, die dann bis auf die Komponentenebene differenzierbar sind.

Insbesondere das Kostenverhältnis zwischen KG 300 und KG 400 ist eine Umkehrung gegenüber den Investitionskosten. Dieses Analyseergebnis hat strategische Konsequenzen für das Lebenszyklus-Management: In der Investitionsphase müssen die Lebenszyklus-Kostentreiber erkannt und dann stärker als bis heute üblich in der Planung, Ausschreibung und Vergabe beachtet werden!

Die Suche in diesem Relevanzbaum nach interessanten Kostengruppen (Strategische Kostengruppen) durchläuft alle Hierarchieebenen der Objektklassen. Grundlage der Auswertungen ist folgende Kostensystematik (s. vgl. Kap. 6.3)

### **Bauteil-Instandhaltungskosten (innerhalb der Nutzungsdauern)– zugeordnet zu Objektklassen innerhalb der systemtechnischen Hierarchie (bis 5. Ebene DIN 276)**

- Laufende, objektbezogene Kosten für Inspektionen
- Laufende, objektbezogene Kosten für Wartungen

- Laufende, objektbezogene Kosten für Entstörungen
- Laufende, objektbezogene Kosten für kleine Instandsetzungen

### **Bauteil-Erneuerungskosten – große Instandsetzungen / Modernisierungen / Sanierungen“**

(hier enden die Nutzungsdauern der betroffenen Objekte – nach Abschluss der Modernisierung beginnen neue Nutzungsdauern

Folgende Auswertungen aus den Instandhaltungsdaten des Forschungspartners DB Station & Service haben wesentlich dazu beigetragen, die Relevanzstruktur der Folgekosten von Bauwerken aufzuhellen

### **Gesamtauswertungen der Kosten als Abgleich zwischen Inspektions- / Wartungskosten**

(jährlich planmäßige Aufwendungen) zu Entstörungen / kl. Instandsetzungen (nicht planbare Kosten).

SCHLÜSSELFRAGE: Ist der Präventivaufwand optimal?

### **Gesamtauswertung Entstörungen / kl. Instandsetzungen nach Aktivitäten und Kosten.**

SCHLÜSSELFRAGE: Welche organisatorischen Kostentreiber haben kleinteilige Maßnahmen?

SCHLÜSSELFRAGE: Welche organisatorischen Kostentreiber haben umfangreiche Maßnahmen (mit mehr oder weniger Projektcharakter)?

### **Einzelauswertungen nach strategischen Kostengruppen für alle Bahnhofskategorien**

SCHLÜSSELFRAGE: Was sind die strategischen Kostengruppen in der Gesamtheit?

### **Einzelauswertungen nach strategischen Kostengruppen nach Bahnhofskategorien**

SCHLÜSSELFRAGE: Welche strategischen Kostengruppen sind für einzelne Bahnhofskategorien typisch (ABC-Analyse)?

### **Auswertung strategischer Komponenten (Detailebene), nach Kostengruppen und nach Bahnhofskategorien**

SCHLÜSSELFRAGE: Was sind die technischen Kostentreiber von Anlagenklassen / Konstruktionsklassen?

SCHLÜSSELFRAGE: Was sind typische Schwachstellen /Mängel / Fehler?

### **Auswertungen von technischen Kostentreibern für ausgewählte Bahnhöfe**

SCHLÜSSELFRAGE: Welche technischen Kostentreiber sind bahnhofspezifisch?  
SCHLÜSSELFRAGE: Welche Kostentreiber sind bei gleichen Anlagenklassen von den lokalen Gegebenheiten (Aufstellungsort) abhängig (zum Beispiel Aufzüge, Fahrtreppen)?

#### **FORSCHUNGSAUFGABE:**

Auswertung von Erneuerungskosten und Wiederbeschaffungskosten von Bauteilen / Bauwerk-Subsystemen im Vergleich mit den entsprechenden Bauteilkosten / Systemkosten innerhalb der Nutzungsdauern als Ansatz im LifeCycle-Benchmarking.

## **9.3 Anforderungen an Instandhaltungsdaten und –software für die Ermittlung von Lebenszykluskosten**

Die vom Forschungspartner DB-Station & Service zur Verfügung gestellten Daten sind nach den Erfahrungen der Autoren eine seltene Ausnahme im Hinblick auf Datenstrukturen und verwendete Software. Aber auch hier zeigten sich bei der Analyse Anwendungsgrenzen für den Lebenszyklusansatz. Die folgenden Darstellungen sind für zukünftige Entwicklungen von Softwareinstrumenten eine mögliche Ausgangsposition. Sie sind nach unseren Erfahrungen nicht nur für Betreiber und Lebenszyklusinteressierte Investoren interessant. Sie sind auch für Softwareentwickler eine Herausforderung und Marktchance.

#### **Klassifizierung der Objektklassen nach DIN 276**

Die bei DB Station & Service durchgängig eingeführte Verknüpfung von DIN 276 und Anlagencode ermöglichte die systemtechnische Strukturierung von Lebenszyklusobjekten und die Analyse zugehöriger Ausfallhäufigkeiten und Nutzungsdauerkosten. In dieser Analyse wurden Kosten der Instandhaltung bis auf die Ebenen der 5-stelligen Objekthierarchie ermittelt. Das Ergebnis sind identifizierte Bestandteile, sortiert nach Instandsetzungshäufigkeiten bzw. IH-Kosten. Die durchgeführten Analysen beziehen sich auf den nach DIN 276 strukturierten 5-stelligen Code für Baukonstruktionen und Technische Anlagen. All diese Analysen sind klassifizierend. Sie haben den Vorteil, innerhalb von strategisch sortierten Klassen (Anlagenklassen / Klassen von Baukonstruktionen / Klassen von Bauteilen) durch konsequente Anwendung des Relevanzbaumverfahrens relevante Kostenbereiche bis in die Komponenten herauszufinden.

Durch die Anwendung von identifizierenden Bezeichnungen, d.h. durch konkrete Unterscheidung einzelner Bahnhöfe und deren Equipment-Nummern können darüber hinaus lokale Schwachstellen und Handlungsschwerpunkte identifiziert werden.

Die bei DB Station & Service AG verwendete Kombination aus SAP und einem CAFM-System hat sich als sehr leistungsfähig erwiesen. Es hat dennoch ein Auswertungsproblem, das auch für verwandte Softwareprodukte gilt: auf der systemtechnisch tiefsten Gliederungsebene erfolgen freie Eingaben als „Textzeilen“. Hier werden durch die Bearbeiter bei Entstörungen / Instandsetzungen konkrete Angaben für die Dokumentation gemacht, die oft Hinweise auf einzelne Komponenten geben. Unsere Auswertungen von Textzeilen zeigen dies in Abb. 6-5. Die größte Analysetiefe ist dann nur auf der Ebene verbal eingegebener Textzeilen möglich. Damit ändert sich aber auch die Analyseform: in Texten lassen sich nur Schlagwörter finden und mit Suchfunktionen nach ihrer Häufigkeit auswerten. Die gefundenen Ergebnisse sind deswegen auch teilweise redundant (bestimmte Schlagworte haben inhaltliche Überschneidungen). Zugehörige Kostenanalysen sind nicht möglich.

### **Instandhaltungsdaten auf der 5.-6. Ebene der Objekthierarchie**

- Die Analyse auf der Ebene von Textzeilen ist aufschlussreich. Sie enthalten Informationen über Bauteil-Prozesskosten auf der 5.-6. Ebene der Objekthierarchie:
- Identifizierung von Objektkomponenten mit hoher Detailschärfe. Das sind z.B. Schwachstellen im Sinne der Instandhaltungsmethodik.
- Differenzierung von Aktivitätsklassen (was ist innerhalb der Reparatur „getan“ worden, z.B. „erneuert“, „instandgesetzt“, „getauscht“).
- Identifizierung von Zustandsklassen (Differenzierung von Fehlern, Mängeln, u.dgl.).
- Die Bedeutung dieser Textanalysen im Zuge des Relevanzbaumverfahrens zeigt aber auch den methodischen Bruch innerhalb der Daten. Benötigt würde eine andere Eingabeform und damit eine andere Funktionalität innerhalb der CAFM-Software – mit weitreichenden Verbesserungen des Technisch-wirtschaftlichen Controllings:
- Ausweisen geeigneter Methoden / Instrumente / Daten für den kontinuierlichen Verbesserungsprozess (KVP) für das Betreiben und Bewirtschaften.
- Identifizieren konkreter Verbesserungsmaßnahmen in ausgewiesenen Objekten und dort identifizierten konkreten Anlagen.

## 10 Regeln für lebenszyklusorientierte Einkaufstandards

### 10.1 Beschaffungsprozesse mit Einkaufsstandards

Es gibt zwei grundsätzlich verschiedene Beschaffungsprozesse: Integration von lebenszyklusorientierten Auswahlmethoden innerhalb von Ausschreibungs- und Vergabeverfahren und Beschaffungen in Einkaufsverfahren von Betreiberorganisationen, denen LZ-Analysen und ausgewählte Referenzprodukte vorgeschaltet werden.

Der erste Fall war Gegenstand der vorangegangenen Darlegungen. In den folgenden Ausführungen geht es um die Entwicklung von Einkaufsstandards. Sie setzen die Durchführung der zuvor beschriebenen Verfahren voraus. Auch Einkaufsstandards sind das Ergebnis der Anwendung des beschriebenen 4-Säulen-Modells und münden in Kataloge von „Best-Produkten“ im Hinblick auf Lebenszyklusaspekte. Deren Anwendung führt zu einer Entlastung, d.h. Verringerung von Prozesskosten und ermöglicht innerhalb der durch Katalog-Positionen qualitativ getroffenen Vorauswahl wieder die klassische Konzentration auf das Entscheidungskriterium „Preis“.

Der Einkauf von Produkten bzw. konkret festgelegten Bauleistungen ist aber auch lebenszyklusorientiert nach traditionellen Ausschreibungs- und Vergabeverfahren möglich. In diesem Fall müssen alle erfolgskritischen und entscheidungsrelevanten Kriterien des zuvor beschriebenen 4-Säulen-Modells durch vorgeschaltete Analysen und eine entsprechende Dokumentation relevanter Bauteile und Produkte durchgeführt werden. Dazu gehört vor allem:

- Anforderungen an Produkte im Hinblick auf Lebenszykluskosten
- Anforderungen an Produkte im Hinblick auf nachhaltige Qualitäten (Lebenszyklusqualitäten)
- Wissen über gängige Preisunterschiede bei Produkthanbietern / Anbietern des Handels
- Wissen über Servicekompetenzen und Servicepotential der Hersteller bzw. damit verbundener Serviceanbieter

Produktspezifische Betreiberanforderungen (als Ergänzungen zu Einzelpositionen der LVs) die auf der Ebene Strategischer Anlagen / Bauteile wichtig sind, können je nach Gebäudeklasse / Anlagenklasse und Besonderheiten der Nutzer unterschiedlich sein. Der lebenszyklusorientierte Aufbau für Einkaufsstandards hat für gewerkebezogene Leistungsverzeichnisse folgende Bausteine:

- Darstellung des methodischen Vorgehens in Allgemeinen Vorbedingungen
- Traditionelle LV-Texte, die für die Errichtungsphase erforderlich sind als Basis
- Lebenszyklusorientierte Abfragen an Produkthersteller und ausführenden Firmen

### 10.1.1 Identifizieren Strategischer Produkte

Strategische Produkte – als Bestandteile von Strategischen Bauteilen - sind ein idealer Fokus für Einkaufsstandards. Es sind am Markt verfügbare Erzeugnisse, die Anforderungen an Strategische Bauteile erfüllen. Dafür ist systemtechnisch folgender Ablauf charakteristisch:

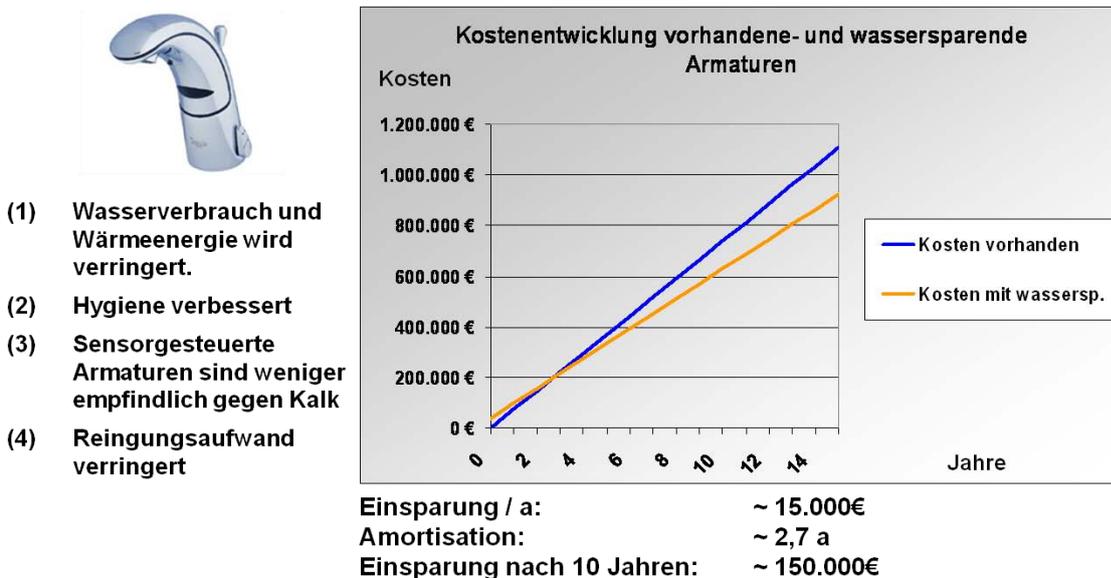
SCHRITT 1: Identifizieren von Strategischen Bauteilen nach DIN 276.

SCHRITT 2: Identifizieren bekannter Produkte des Marktes die den Relevanzkriterien des ersten Schrittes genügen.

SCHRITT 3: Nutzen von Marktinformationen um Ausschreibungspositionen mit entsprechenden Anforderungen für den Objektlebenszyklus festzulegen.

SCHRITT 4: Überprüfen der Produkt-Performance im Zuge der Inbetriebnahme und der nachfolgenden Performance-Messungen im 1. und 2. Betriebsjahr (vgl. Kap. 8.1.4).

Nach der Identifizierung Strategischer Kostengruppen und Bauteile im Zuge eines Planungsprozesses, spätestens bei der Aufstellung von Leistungsverzeichnissen ist die Marktabfrage auf der Ebene von Produkten erforderlich. Produkte, die sich im Hinblick auf die identifizierten strategischen Bestandteile besonders eignen, nennen wir „Strategische Produkte“. Im Zuge eines Vergabeverfahrens geht es also darum, solche Produkte auch im Hinblick auf mögliche Vorteilhaftigkeit zu erkennen und zu bewerten. Eine große Rolle spielen dabei innovative Produkte, die notwendig mit Risiken in den Anfangsphasen eines Product-LifeCycle (Kap. 5.2.1) verbunden sind. Ein Beispiel sind wassersparende Armaturen (Abb. 10-1).



- (1) Wasserverbrauch und Wärmeenergie wird verringert.
- (2) Hygiene verbessert
- (3) Sensorgesteuerte Armaturen sind weniger empfindlich gegen Kalk
- (4) Reinigungsaufwand verringert

Abb. 10-1: Wassersparende Armaturen als Beispiel für Strategische Bauteile [BALCK+PARTNER]

Grundlage des lebenszyklusorientierten Einkaufs sind Beschaffungskataloge. Darin werden in einem Gesamtbestand von Gebäuden und Anlagen auf Basis von umfangreichen und systematisierten Erfahrungssammlungen in Verbindung mit Auswertungen und Beobachtungen von Marktpartnern Positionen mit bevorzugten Produkten und zugehörigen Serviceleistungen erarbeitet. Ein Beispiel für die Einkaufsunterstützung bei Schallschutzwänden hat die Deutsche Bahn entwickelt<sup>132</sup>.

**Lebenszyklusorientierte Einkaufskataloge haben folgende Vorteile:**

- Ersatzbeschaffungen im Rahmen kleiner Instandsetzungen bzw. Nachrüstungen oder Modernisierungen von Geschossen / Gebäudeteilen. Für diese Prozesse werden in der Regel keine Ausschreibungen benötigt bzw. es besteht die Möglichkeit, auf instandsetzungsbezogene Standardleistungskataloge zurückzugreifen.
- Vorgaben für gewerkebezogene Ausschreibungen. Sie erleichtern die Referenzierbarkeit alternativer Produkte vor dem Hintergrund der in Stufe 1 des LZ-Regelkreises erarbeiteten Erfahrungen und Kriterien mit entsprechenden Möglichkeiten der Prüfbarkeit.
- Produktspezifische Vorgaben in Einkaufskatalogen haben aber auch Nachteile:
- Sind Produkte aus Einkaufskatalogen noch zeitgemäß und gegenüber innovativen Alternativen vorteilhaft?
- Gibt es Veränderungen auf der Anbieterseite, insbesondere bei Koppelungen zwischen Produktanbietern und Serviceanbietern, die im Katalog festgelegte Anforderungen relativieren und Anpassungen erfordern?

Einkaufsprozesse, die auf festgelegten Produktkatalogen aufsetzen, müssen in angemessenen Intervallen aktualisiert und gepflegt werden: Auch lebenszyklusorientierte Einkaufskataloge haben einen Lebenszyklus!

### **10.1.2 Organisation lebenszyklusorientierter Einkaufsprozesse**

Einkaufen im Lebenszyklusmodell hat organisatorische Voraussetzungen. Sie betreffen sowohl die Organisation des einkaufenden Unternehmens als auch die Organisation des Lieferunternehmens und deren unternehmerisches Umfeld.

---

<sup>132</sup> Vgl. Nawabi (2007) – Grundlage ist eine von der Deutschen Bahn entwickelte lebenszykluskostenbezogene Methodik bei der Beschaffung und Betreuung von Produktionsmitteln

- Organisatorische Voraussetzungen des einkaufenden Unternehmens im Lebenszyklusansatz:
- Enge informationelle Koppelung zwischen Betreiberorganisation und Technischem Einkauf (vgl. Aufeinanderfolge der 3 Stufen im unten beschriebenen Regelkreis)
- Nach Lebenszykluskriterien strukturierte Einkaufskataloge für „Strategische Bauteile / Strategische Produkte“
- Festlegung von Entscheidungsprozessen entlang der Prozesskette:  
Betreiben → Bauplanung → Bauausführung → Betreiben

### **Organisation des Lieferanten / Lieferantenumfeldes**

Die Schnittstellen zwischen nachfragender und anbietender Organisation erhalten durch die Lebenszyklusorientierung eine andere Qualität. Die traditionelle Belastung durch überwiegenden Preiswettbewerb – mit entsprechenden Problemen durch mangelhafte Produkteigenschaften und Dienstleistungen – verändert sich: Wertschöpfungspartnerschaft ist eine anzustrebende neue Qualität. Damit verbunden sind intensive Kommunikationsprozesse mit einer entsprechenden „Fehlerkultur“. D.h. Produktanbieter und Dienstleister suchen zunehmend weniger „Schuldzuweisungen“ als vielmehr konstruktive Lösungen in kontinuierlichen Verbesserungsprozessen (KVP):

- Produktanbieter müssen die Betreiberorganisation und den zugehörigen technischen Einkauf als ihre „Kunden“ entlang der gesamten Lebensdauer ihrer verkauften Produkte wahrnehmen
- Produktanbieter müssen in einem engen Verbund mit Serviceanbietern eine integrierte Gesamtleistung anbieten: Produkt + Service!

### **Präqualifikationen**

Besonders für VOB-gerechte Vergabeprozesse ist wichtig, dass Präqualifikationen teilweise den Ausschreibungsprozessen vorgeschaltet werden müssen.

**PROBLEM:** Gegenüber den Beschaffungsprozessen mit vorgeschalteten Lebenszyklus-Analysen und identifizierten Referenzprodukten sind in einem integrierten Ausschreibungsverfahren vor allem die Bewertungen eingegangener Angebote und deren Analysen oft zeitlich und sachlich schwierig. Das Problem ist ein noch weitgehend unentwickelter Markt mit Beteiligten, die nicht gelernt haben, lebenszyklusorientiert anzubieten und entsprechende Leistungsprozesse anzubieten.

**LÖSUNG:** Die einkaufende Organisation ist für beteiligte Marktpartner nicht nur in einer fordernden Position, sie moderiert auch Markt-Entwicklungsprozesse! Auch hier sind die Möglichkeiten für Wertschöpfungspartnerschaften eine günstige Voraussetzung um geeignete komplexe Einkaufs- und Prüfprozesse zu etablieren.

## **Einkaufsregeln**

- Betreiberwissen als Grundlage für Einkaufswissen:
- Auswählen von Strategischen Kostengruppen auf Basis von jährlichen Kostendaten über Entstörungen, kleine Instandsetzungen, Wartungen, Energieverbräuche
- Identifizieren Strategischer Bauteile / Komponenten innerhalb der zuvor ermittelten Strategischen Kostengruppen
- Identifizieren Strategischer Produkte (konkrete Firmenprodukte)
- Bewerten Strategischer Produkte im Hinblick auf ermittelte nachhaltige Produkteigenschaften
- Bewerten Strategischer Produkte im Hinblick auf ermittelte Lebenszykluskosten, bzw. Beiträge zu übergreifende Kostenermittlungen von Baukonstruktionen / Technischen Anlagen
- Auswählen von Referenzprodukten mit insgesamt hervorragenden Eigenschaften

## **Betreiberanforderungen für Beschaffungsprozesse:**

- Betreiberanforderungen für den Einsatz von Produkten in typischen Technischen Anlagen ( Baukonstruktionen)
- Betreiberanforderungen für standardisierte Prozesse des Betriebens (Entstörungen / Bedienen / Verwenden von Ersatzteilen u. dgl.)
- Betreiberanforderungen in Hinblick auf die Überprüfung von Produkteigenschaften im Betrieb (messen, zählen, Bewertungssystematiken)
- Festlegen von Prüfbedingungen, differenziert nach Strategischen Konstruktionen / Anlagen / Bauteilen und Einbinden von Prüfleistungen in die Prozesse des Betriebens:
- Mess- und Zählkonzept, in Verbindung mit Gebäudeautomation
- Betreiberverantwortliche benennen, die bestimmte Prüfvorgänge durchführen und regelmäßig darüber berichten
- Lebenszyklusdaten regelmäßig auswerten auf der Basis von CAFM-Modulen
- Durchführen geregelter Performance-Kontrollen

**ANMERKUNG:** Die Performancekontrolle bezieht sich auf beschaffte Produkte in Verbindung mit Bauleistungen. Sie setzt organisatorisch und technisch voraus, dass Kontrollvorgänge durch geeignete Mess- und Zählvorrichtungen möglich sind. Damit verbunden sind auch Verfahrensanweisungen innerhalb des Qualitätsmanagements für die Betreiberprozesse.

## 10.2 Beispiele für Einkaufstandards

In der Zusammenarbeit mit den Forschungspartnern WILO AG und GEZE GmbH wurden traditionelle Ausschreibungsunterlagen im Hinblick auf Betreiberanforderungen überprüft. Insbesondere wurden wesentliche Anforderungen herausgefunden, die bei der Beschaffung von Produkten mit hohen Folgekosten bzw. außerordentlichen Qualitätsanforderungen eine Rolle spielen.

### 10.2.1 Beispiel Brandschutztüren

Für die Planung, Ausschreibung und Beschaffungsentscheidung bei Türen gelten in der Sicht des Nutzens und Betriebens wesentlich andere Urteilkriterien als im vorangegangenen Beispiel Bodenbeläge. Das am meisten herausragende Kriterium ist die Betriebssicherheit. Sie wird durch gesetzliche Verordnungen geregelt und beeinflusst von daher eine betriebssichere Instandhaltung. Daraus erwachsen Folgekosten durch Serviceleistungen rund um das Produkt „Tür“. Bei näherer Hinsicht zeigt sich, dass es sich hierbei um ein Systemprodukt mit unterschiedlichen Komponenten und Beteiligten bei Zulieferung, Montage und Betrieb handelt (vgl. Darstellung des Forschungspartners GEZE im Anhang Abb. A 1 bis Abb. A 3).

#### **Beteiligte in der Wertschöpfungskette**

- Subsystemführer: Ein Komplettanbieter auf der Produktseite oder ein Komplettanbieter der Türenindustrie
- Zulieferer: Lieferanten für Türzarge / Türblatt / Beschläge / Feststellanlagen / Schließsystem

#### **Nach der Inbetriebnahme sind folgende Beteiligte von Bedeutung:**

- Sicherheitsbeauftragter im Unternehmen
- Verantwortliche Personen auf der Betreiberseite (z. B. Leiter der Betriebstechnik eines Klinikums)
- Institutionen der Arbeitssicherheit
- Gewährleistungspartner für das Gesamtsystem
- Gewährleistungspartner für Subsysteme (z. B. für Feststellanlagen)

Im Ausschreibungs- und Vergabeprozess müssen beide beteiligten Gruppen beachtet werden. Das ist ein komplexer Zusammenhang, der im Rahmen unserer Untersuchungen von den betroffenen Betreibern, aber auch von den am Markt agierenden Herstellern und Lieferanten viel zu wenig transparent ist. Hier gilt es Beschaffungsmuster im Lebenszyklusansatz zu entwickeln und für die gesamte Leistungskette von der Planung bis zur Entsorgung darzustellen. Möglich ist die Ausarbeitung im Rahmen eines prozessorientierten Qualitätsmanagement-Systems für Türen, das Betreiber-Bauherren als Arbeitshilfe verwenden können. Für die Vergabe von Serviceleistungen bei Türanlagen sind zwei Stufen möglich (insbesondere für Feststellanlagen):

- Ausschreibung und Vergabe der Inspektionsleistungen an den Feststellanlagen (kritischer und zeitintensivster Teil der Türen-Instandhaltung)
- Ausschreibung und Vergabe der kompletten Instandhaltungsleistungen an den Feststellanlagen. Basis ist das tabellarische Mengengerüst und eine darauf aufsetzende Angebotsabfrage bei den Servicedienstleistern.

### 10.2.2 Beispiel Beleuchtung

Wie bereits an anderer Stelle ausgeführt, gehört es zu den bemerkenswertesten Analyseergebnissen der Auswertungen, dass technische Anlagen in lebenszyklusorientierten Relevanzbäumen von Investitionskosten die oberen Plätze in der Rangfolge besetzen.

In der A-B-C-Analyse der Strategischen Kostengruppen ist das Ergebnis aller uns bekannten Auswertungen eindeutig: die Kostengruppe KG 445 Beleuchtung ist in mehreren Instandhaltungsanalysen der Spitzenreiter und auch bei den untersuchten Bahnhöfen im Bereich der A-Kostengruppen. Die noch ausstehende Ergänzung durch die Einbeziehung von Energiekosten und die Parallelisierung von Folgekosten zu nachhaltigen Qualitäten wird die besondere Rolle der Beleuchtung im Beschaffungsprozess noch verdeutlichen.

Die technologische Entwicklung bei Leuchtmitteln, die dazu parallel laufende technische Entwicklung bei Leuchten und Steuerungs- und Regelsystemen der Lichttechnik sind ein Musterfall für anspruchsvolle Entscheidungsprozesse in innovativen High-Tech-Bereichen. Das zeigt auch der Erfolg der Frankfurter Messe Light and Building. Die Ergebnisse unserer Untersuchungen zeigen aber, dass die beteiligten Akteure und vor allem die Entscheider und deren Entscheidungsvorbereiter (Architekten und Ingenieure) den lebenszyklusbezogenen Zusammenhang in Planungs-, Ausschreibungs- und Vergabeprozessen noch viel zu wenig berücksichtigen. Dazu gehört die Analyse der Prozesskosten in den Werkstätten von Betreibern (Eigenleistung und Fremdleistung), bedingt durch Wechsel von Leuchtmitteln und das Monitoring von innovativen Marktentwicklungen mit folgenden Aspekten (Abb. 10-2):

- Marktvergleich von Lebensdauerangaben bei Leuchtmitteln
- Prüfen der Herstellerangaben für die Lebensdauer von Leuchtmitteln in Testräumen / Testgeschossen
- Ermittlung von Prozesskosten für den Wechsel von Leuchtmitteln (benötigt werden standardisierte Rechenmodelle)
- Ermittlung des Energieverbrauchs durch marktübliche Leuchtmittel (Rechenmodelle werden von Leuchtmittelherstellern angeboten)

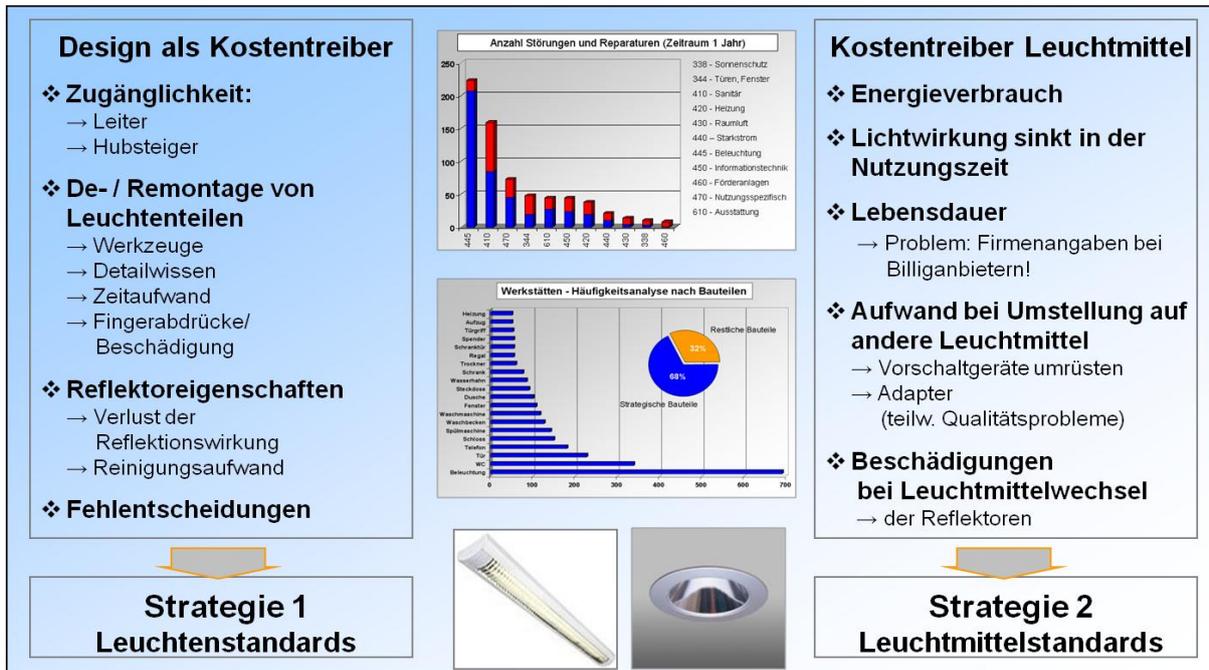


Abb. 10-2: Entwicklung von Einkaufsstandards für Leuchten und Leuchtmittel  
[© Prof. Balck]

**Folgende Aspekte sind erfolgskritisch für die Beschaffung von Leuchten**

- Energieeffizienz
- Lichtleistung und damit verbundene Qualität in Nutzungsprozessen
- Lebensdauer der Leuchtmittel und damit verbundene Prozesskosten für Leuchtmittelwechsel
- Gewährleistungsdauer
- Ökologische Bewertung (insbesondere Recycling der Leuchtmittel)
- Testverfahren beim Einkauf von Leuchten, in denen konstruktive Mängel im Hinblick auf energetisches Verhalten geprüft werden (die Unterschreitung von Mindestabständen zwischen eingebauten Vorschaltgeräten und Leuchtmitteln kann erhebliche Verkürzungen von Lebensdauer und erhöhte Energiekosten bewirken!)
- Einführen von Bemusterungen im Vergabeverfahren, in dem Betreiber mit Werkstattkompetenz beteiligt sind
- Dokumentation der Beleuchtungsprodukte von der Planung bis zum aktuellen Beobachtungszeitpunkt

**10.2.3 Beispiel Pumpen**

Pumpen sind Strategische Bauteile von hohem Rang. Durch technologische Veränderung in den letzten Jahren wurde das Einsparpotential in der Anlagentechnik um Größenordnungen verbessert. Durch die Reduzierung der Antriebsenergie (ca. 80% bei Hocheffizienzpumpen gegenüber Standardpumpen) und deren Ausstattung mit Steue-

rungs- und Regelungstechnik resultiert ein bis heute noch zu wenig genutztes Einsparpotential – sowohl bei Instandsetzungen / Modernisierungen / Sanierungen als auch bei Neubauvorhaben. Abb. 6-7 verdeutlicht beispielhaft die Größenordnung für Amortisationszeiten, wenn vorhandene Pumpen durch Hocheffizienzpumpen ersetzt werden.

Die MSR-Komponente bei Hocheffizienzpumpen hat zudem ein Synergiepotential, dass in den Optimierungsphasen im Anschluss an die Inbetriebnahme gehoben werden muss: Hydraulikabgleich und Optimierung von Kreisläufen in Installationsnetzen.

Auch hier zeigt sich die durchgängige Lebenszyklusorientierung von der Planung bis zur Bewirtschaftung, in denen Ausschreibung und Vergabe als Mittelglied wirksam sind.

### **Folgende Aspekte sind erfolgskritisch für Pumpen:**

- Pumpenleistung und damit verbundene Qualität in Nutzungsprozessen
- Energieeffizienz der Pumpe (Antriebsenergie)
- Energieeffizienz im Medienkreislauf (indirekte Wirkung des Pumpenbetriebs durch Regelungstechnik)
- Wartungskosten
- Lebensdauer der Pumpe
- Gewährleistungsdauer
- Ökologische Bewertung
- Verfahrensanweisungen für die Inbetriebnahme von Pumpen
- Dokumentation der Pumpenprodukte von der Planung bis zum aktuellen Beobachtungszeitpunkt

## **11 Rechtliche Grundlagen lebenszyklusorientierter Vergabeverfahren**

### **11.1 Problemstellung / Zweck der Untersuchung**

Die folgende Untersuchung dient dem Zweck, die nach der derzeitigen Rechtslage bestehenden Möglichkeiten aufzuzeigen, bei der Beschaffung von Leistungen durch die öffentliche Hand und im Bereich der Privatwirtschaft Lebenszykluskosten in Abwägung zu Qualitäten der Nachhaltigkeit entsprechend der ökonomischen Bedeutung zu berücksichtigen und gegebenenfalls konkreten Änderungsbedarf des bestehenden nationalen Vergaberechts aufzuzeigen<sup>133</sup>.

#### **11.1.1 Forschungsaufgabe in juristischer Sicht**

Die Beachtung von Lebenszykluskosten und nachhaltiger Qualitäten spielt in allen Phasen der Planung des Bauwerks eine Rolle. Denn die Nachhaltigkeit von Bauwerken im Hochbau steht und fällt mit der Auswahl der Produkte aus Bauindustrie und Handwerk. Die Auswahl der Produkte erfolgt teilw. bereits in den Entwurfsphasen und konkret in Ausschreibungen. Um die gesamte Wertschöpfungskette von der Produktentwicklung/Produktion von Bauprodukten bis zu den Prozessen der Nutzung und des dazu parallel laufenden Betriebens neu auszurichten, müssen die heute marktüblichen Prozesse innerhalb des Vergabeverfahrens verändert werden.

#### **11.1.2 Maßnahmen der Bundesregierung**

Auch die Bundesregierung ist sich der Bedeutung des Faktors Lebenszykluskosten für die Wirtschaftlichkeit von Beschaffungsvorgängen bewusst. Mit Datum vom 16.10.2007 hat die Bundesregierung auf Staatssekretärebene beschlossen, dass die Beschaffungsverantwortlichen der Bundesministerien bei der Bewertung der Angebote Lebenszykluskosten berücksichtigen. Zudem sollen die Möglichkeiten der „funktionalen Leistungsbeschreibung“, der Zulassung von Nebenangeboten und der wettbewerbliche Dialog verstärkt genutzt werden, um Raum für innovative Lösungen zu geben.

Das BMVBS (Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung) etwa hat diesen Beschluss durch Erlass vom 10.01.2008<sup>134</sup> umgesetzt. Dort wird formuliert:

„Für die Berücksichtigung von Lebenszykluskosten sind die Kosten eines Produkts über all seine Lebensphasen (vom Erwerb bis zur Entsorgung) zu analysieren. In der Regel fehlen detaillierte Rechenmodelle zur Berechnung der Lebens-

---

<sup>133</sup> Zur Einführung in die Rechtsfragen der Nachhaltigkeit vgl. HFK Rechtsanwälte (2010)

<sup>134</sup> BMVBS (2008) Az. B 15 – O 1082 – 000/2 und vgl. BMVBS (2009)

zykluskosten, daher wird eine Abschätzung der zu erwartenden Folgekosten im Hinblick auf die voraussichtliche Lebensdauer als ausreichend angesehen.“

Vor diesem Hintergrund wird die Berechnung von Lebenszykluskosten auf der Wertungsebene zukünftig einen Schwerpunkt bilden<sup>135</sup>.

## **11.2 Förderung von lebenszykluskostenorientierten Angeboten bei der Erstellung der Verdingungsunterlagen**

### **11.2.1 Bekanntmachung von Wertungskriterien und Berechnungsgrundlagen**

Einen erheblichen Anteil an der Berücksichtigung von Lebenszykluskosten hat die Wertungsphase. Um zu gewährleisten, dass auf Wertungsebene ein Lebenszykluskostenberechnungsmodell in zulässiger Weise eingesetzt werden darf, sind zur Wahrung der Grundsätze von Transparenz und Gleichheit bereits bei der Vergabebekanntmachung bzw. bei der Aufforderung zur Angebotsabgabe wesentliche Informationen zur Angebotswertung offen zu legen. Dies betrifft insbesondere die Bewertungsmatrix inklusive der anzuwendenden Unterkriterien.

Ein wichtiger Teil des Forschungsgegenstandes ist die Einbindung von Lebenszyklusberechnungsverfahren und dazu komplementäre Bewertungsverfahren für Lebenszyklusqualitäten (Nachhaltigkeit) aufgrund dessen im Rahmen der Wertung für alle vorgegebenen Leistungsteile einer Ausschreibung Vergabeentscheidungen rechtssicher begründet werden können.

Diesen Interessenkonflikt gilt es aufzulösen. Die Praxis hat sich mit einer solchen Frage bislang nicht auseinander setzen müssen, wohl aber mit der Frage der Transparenz von Zuschlagskriterien. So führt das OLG Koblenz<sup>136</sup> aus:

„Die Zuschlagskriterien sind dann transparent, wenn sich aus den Verdingungsunterlagen ergibt, welche Kriterien mit welcher maximalen Gewichtung für die Leistungsbeurteilung und welche Preisangaben für die Bildung des Gesamtpreises maßgeblich sein sollen, und wenn dort mitgeteilt ist, dass die Ermittlung des Leistungs-Preis-

---

<sup>135</sup> Nach den Vorgaben des BNB / DGNB und nach GEFMA 220-1 / 220-2 kann die Ermittlung von Lebenszykluskosten auf Basis der Barwertmethode errechnet werden. Diese Vorgaben müssen allerdings in Ausschreibung- und Vergabeverfahren für Einzelgewerke auf Bauteile bezogen werden. Vgl. dazu Kap. 6.4 und Kap. 6.5.

<sup>136</sup> Beschl. v. 05.12.2007 – 1 vgl. 7/07

Verhältnisses nach der einfachen Richtwertmethode (Quotient aus den erreichten Leistungspunkten und dem Preis in Euro) erfolgen soll.“

Nach der zitierten Entscheidung ist es hinreichend, wenn die Gewichtung der einzelnen (Unter-)Kriterien sowie die Berechnung des Gesamtergebnisses aus den einzelnen Kriterien in nachvollziehbarer Weise dargestellt ist. Nicht zwingend erforderlich ist es danach, darzulegen, wie der Auftraggeber im Detail zur Erlangung der einzelnen Wertungspunkte für die Unterkriterien gekommen ist. Demnach könnte es zulässig sein, von einer Offenlegung des detaillierten Berechnungsweges, mit dem die Punkte für die einzelnen Unterkriterien ermittelt werden, abzusehen. Differenziert man zwischen Unterkriterien, die in jedem Fall offen zu legen sind und dem Berechnungsweg zur Punktevergabe für die Unterkriterien, bei dem es sich letztlich um die Ausfüllung eines Beurteilungsspielraums handelt, stützt dies die Annahme, dass eine Offenlegung der detaillierten Berechnungsformeln entbehrlich ist. Es bleibt an dieser Stelle aber die Entscheidung des OLG Düsseldorf in einem derzeit anhängigen Verfahren abzuwarten. Dieses hat sich bei dem zu entscheidenden Fall dazu zu äußern, wie weit auch der Beurteilungsmodus Teil des veröffentlichungspflichtigen Wertungsvorgangs ist.

Zur abschließenden Beurteilung der Frage bedarf es letztlich auch der Vorführung einer konkreten Beispielrechnung, anhand derer entschieden werden muss, wie weit der Wertungsweg zur Wahrung des Transparenzgrundsatzes offen gelegt werden muss.

Bei der Berechnung der Lebenszykluskosten im Rahmen der Wertung werden neben den Bieterangaben auch betriebliche Annahmen getroffen (Lebensdauer, Einsatzzeiten, Belegungszeiten etc.). Auch diese sind in der Leistungsbeschreibung aus Transparenzgründen anzugeben. Nur so wird die Nachvollziehbarkeit der zu treffenden Entscheidung gewährleistet. Werden die Annahmen im Nachhinein aufgrund neuer Erkenntnisse (oder aufgrund einer begründeten Bieterrüge) korrigiert, so ist dies allen Bietern gleichermaßen mitzuteilen und Gelegenheit zu geben, das Angebot dahingehend zu überarbeiten.

### **Liste „Strategischer Bauteile“**

Das System zur Untersuchung der Lebenszykluskosten beruht in wesentlichen Teilen darauf, dass die Bieter zu bestimmten angebotenen Produkten umfangreiche ergänzende Informationen zu erteilen haben. Diese Produkte werden nach der von Prof. Balck entwickelten Methodik „Strategischer Kostengruppen und Bauteile“ auf der Basis von DIN 276 in verschiedenen Listen erfasst (vgl. Kap. 6.6) und in die Ausschreibungsunterlagen aufgenommen. Welche Produkte Bestandteile von Kostengruppen dieser Liste sind, wird also vorab für das Hauptangebot festgelegt. Diese Festlegung muss verbindlich sein. Die einseitige Abänderung oder Erweiterung einer „Liste strategischer Produkte“ durch den Bieter stellt eine unzulässige Änderung der Verdingungsunterlagen dar, die zudem aufgrund der Wertungsrelevanz der Liste zu einer mangelnden Vergleichbarkeit der Angebote führen würde.

Glaubt ein Bieter, weitere „Strategische Bauteile“ im Rahmen des Bauprojekts ausgemacht zu haben, so steht es ihm allerdings offen, ein Nebenangebot mit entsprechend erweiterter Liste einzureichen, sofern der Auftraggeber Nebenangebote zugelassen hat.

### 11.2.2 Anreizgenerierung zur Beachtung von Lebenszykluskosten und Qualitäten der Nachhaltigkeit bei der Vertragsgestaltung

Im Folgenden soll untersucht werden, inwiefern bereits die Vertragsgestaltung Anreize bieten kann, den Bieter zur besonderen Berücksichtigung von Lebenszykluskosten bzw. Lebenszyklusqualitäten zu animieren.

#### Die Möglichkeiten der Vertragsgestaltung der VOB/A

§ 5 VOB/A kennt die Vertragsmodelle Leistungsvertrag in Form des Einheitspreisvertrages sowie des Pauschalvertrages, den Stundenlohnvertrag und den Selbstkostenerstattungsvertrag. § 9 Nr. 11 bis 17 VOB/A unterscheidet beim Leistungsvertrag nochmals die Art der Vertragsunterlagen (Abb. 11-1), nämlich, ob eine Leistungsbeschreibung mit Leistungsverzeichnis oder eine Leistungsbeschreibung mit Leistungsprogramm (Funktionale Ausschreibung) vorgesehen ist. Stundenlohn- und Selbstkostenerstattungsverträge<sup>137</sup> sind nur ausnahmsweise und in engen Grenzen zulässig, so dass diese Vertragstypen für eine generelle Betrachtung nur sehr eingeschränkt geeignet sind. In der vergaberechtlichen Rechtsprechung spielen diese Vertragstypen keine Rolle. Der Selbstkostenerstattungsvertrag wird als Vergütungsmodell ohnehin mit der Neufassung der VOB/A abgeschafft.

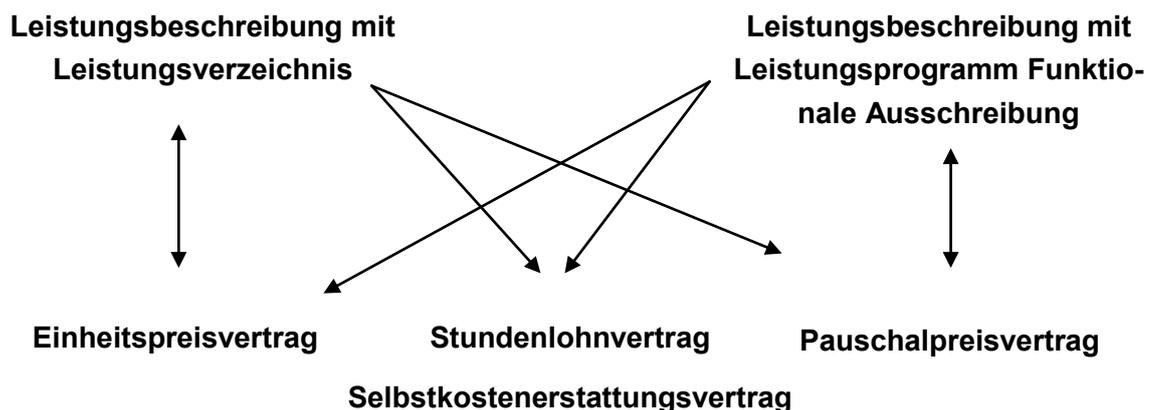


Abb. 11-1: Arten der Leistungsbeschreibung [© Prof. Franke]

<sup>137</sup> § 5 Nr. 2 und 3 VOB/A

Nachfolgend wird untersucht, ob bestimmte Gestaltungselemente für sich genommen besonders günstig im Hinblick auf die Berücksichtigung von Lebenszykluskosten / Nachhaltigkeitsqualitäten sind.

### **Leistungsvertrag bei Leistungsbeschreibung mit Leistungsverzeichnis**

§ 5 Nr. 1 VOB/A sieht zunächst den Leistungsvertrag als Regel vor. Dabei hat der Einheitspreisvertrag als Regelfall<sup>138</sup> Vorrang vor dem Pauschalpreisvertrag, der nur in besonderen Fällen in Betracht kommt.

Bei Einheitspreisverträgen werden für technisch und wirtschaftlich einheitliche Teilleistungen, deren Menge nach Maß, Gewicht oder Stückzahl vom Auftraggeber in der Leistungsbeschreibung anzugeben ist, Einheitspreise vereinbart. Die Vergütung der Leistungen richtet sich wiederum nach den tatsächlich verarbeiteten Mengen<sup>139</sup>. Das bedeutet, dass bei der Vergabe nach Einheitspreisen die erbrachte Leistung und die Vergütung in einem unmittelbaren Zusammenhang zueinander stehen<sup>140</sup>.

Zulässig ist die Vereinbarung eines Pauschalpreisvertrages nur dann, wenn die Leistung nach ihrem Umfang genau bestimmt ist und mit einer Änderung bei der Ausführung nicht zu rechnen ist<sup>141</sup>. Diese strengen Anforderungen beruhen darauf, dass mit der Pauschalpreisvereinbarung die Vordersätze sozusagen "festgeschrieben" werden, der Auftragnehmer also die vorgesehene Leistung grundsätzlich ohne Rücksicht darauf auszuführen hat, welche Mengen dafür tatsächlich erforderlich sind, was aber auch zum Nachteil des Auftraggebers im Falle von Mindermengen ausschlagen kann<sup>142</sup>.

Grundsätzlich bieten sowohl Einheitspreisvertrag als auch der Pauschalpreisvertrag mit einer regelmäßig vorgesehenen Leistungsbeschreibung mit Leistungsverzeichnis wenig Anreize zur Berücksichtigung von Lebenszykluskosten. Im Gegenteil bewirkt der Druck zum Angebot möglichst günstiger Preise, dass Leistungen bzw. Produkte angeboten werden, die aufgrund minderer Qualität erhöhte Folgekosten verursachen. Dem kann allenfalls durch die Festlegung technischer Mindestanforderungen an das Angebot entgegengewirkt werden<sup>143</sup>.

Probates Mittel zur Herstellung der wirtschaftlichen Vergleichbarkeit kann zudem die (verbindliche) Angabe der Lebenserwartung des angebotenen Produktes sein, sofern dies mit entsprechenden Verpflichtungen zur Abgabe von Garantieerklärungen ver-

---

<sup>138</sup> Vgl. Franke/Mertens in: Franke/ Kemper/ Zanner/ Grünhagen, VOB, 3. Aufl., § 5 VOB/A Rn. 3

<sup>139</sup> Vgl. § 2 Nr. 2 VOB/B

<sup>140</sup> Vgl. Franke/Mertens, a.a.O., Rn. 3

<sup>141</sup> Vgl. VK Mecklenburg-Vorpommern, Beschl. v. 27.11.2001 - 2 VK 15/01; VK Baden-Württemberg, Beschl. v. 03.12.2001 - 1 VK 38/01; Schabbeck, Vergabe 2006, 679, 686

<sup>142</sup> Vgl. VK Baden-Württemberg, Beschl. v. 03.12.2001 - 1 VK 38/01

<sup>143</sup> Vgl. zur Zulässigkeit technischer Mindestanforderungen OLG Jena, Beschl. v. 18.03.2004 - 6 Verg 1/04

bunden ist<sup>144</sup>. In diesem Fall wäre der Bieter im eigenen wirtschaftlichen Interesse gehalten, höherwertige Produkte mit längerer Lebenserwartung anzubieten. Lebenszykluskosten, die etwa im Energieverbrauch beim Betrieb des Produktes entstehen, können auf diese Weise aber nicht Eingang in die Preisgestaltung finden. Zur Bewertung dieser Kosten könnte jedoch der Bieter beispielsweise verpflichtet werden, mit dem Angebot die durchschnittlichen Betriebskosten (Energieverbrauchskosten, Wartungskosten) des angebotenen Produktes anzugeben. Im Rahmen der festzulegenden Wertungskriterien könnten dann auch diese Kosten neben dem Angebotspreis Eingang in die Wertung des Angebotes finden.

Im Ergebnis bietet daher der Leistungsvertrag bei Anwendung von Leistungsbeschreibung mit Leistungsverzeichnis Gestaltungsmöglichkeiten hinsichtlich der Beachtung von Lebenszykluskosten und korrespondierenden Qualitäten trotz seiner grundsätzlich eingeschränkten Anreizfähigkeit.

Es ist jedoch nicht möglich, alle monetären Elemente der Lebenszykluskosten innerhalb des Wertungskriteriums „Preis“ zu berücksichtigen. Und es ist zudem nicht möglich, geforderte Performance-Qualitäten oder darüber hinaus Qualitäten der Nachhaltigkeit ohne Mess- und Prüfprozeduren innerhalb des Vergabeverfahrens oder zeitlich nachgeschaltet zur Leistungserbringung auf Vertragserfüllung zu prüfen.

### **Funktionalausschreibung**

Bei Verwendung einer Leistungsbeschreibung mit Leistungsprogramm beschreibt der Auftraggeber nur den Zweck der Bauleistung bzw. ihre spätere Funktion und überlässt die konstruktive Lösung der Bauaufgabe weitgehend den Bewerbern<sup>145</sup>. Die Funktionalausschreibung kombiniert also einen Wettbewerb, der eine Planung und Konzeptionierung der Leistung verlangt, mit der Vergabe der Ausführung der Leistung<sup>146</sup>. Die Vergütung erfolgt in der Regel über die Vereinbarung einer Pauschalsumme.

Mit Blick auf eine Lebenszyklusorientierung bietet die Funktionalausschreibung die Möglichkeit, „Know-how“ des Bieters abzuschöpfen<sup>147</sup>, also durch die zusätzliche Generierung von Innovationspotential den Einsatz neuartiger Techniken, die Verringerung von Lebenszykluskosten zu fördern – und wenn möglich zugleich qualitative Nutzungsvorteile zu eröffnen.

---

<sup>144</sup> Zur Zulässigkeit der Forderung von Garantieerklärungen vgl. VK Nordbayern, Beschl. v. 26.09.2000, VK-3194-23/00 und 24/00

<sup>145</sup> Vgl. Franke/Mertens in: Franke/Kemper/ Zanner/ Grünhagen, VOB, 3. Aufl., § 9 Rn. 170

<sup>146</sup> Vgl. VK Brandenburg, Beschl. v. 31.01.2003 - VK 37/02, VK 39/02, VK 41/02; Weyand, IBR-Online-Kommentar, Stand 24.02.2008, Rn. 4260

<sup>147</sup> Vgl. OLG Naumburg, Beschl. v. 16.9.2002 - <http://www.ibr-online.de/interna/js.html><http://www.ibr-online.de/interna/js.html> - Verg. 2/02; VK Hessen, Beschl. v. 26.04.2007 - 69 d VK-08/2007; VK Bund, Beschl. v. 7.4.2004 - VK 1-15/04

Hinsichtlich der Berücksichtigung von Lebenszykluskosten und Lebenszyklusqualitäten bietet diese Form der Ausschreibung zudem den Vorteil, dass der Auftraggeber mit seinem Leistungsprogramm entsprechende Vorgaben machen kann. Denn die Errichtung von Baukonstruktionen / Technischen Anlagen oder gar eines kompletten Gebäudes mit möglichst geringen Lebenszykluskosten kann in die Zielvorgaben aufgenommen werden. Der Bieter wäre dann gezwungen, soweit dies technisch möglich ist, die Lebenszykluskosten einzelner Gebäudeteile für den Auftraggeber nachvollziehbar zu berechnen. Diese Ergebnisse können – und müssen - in die Wertung der Angebote einfließen. Denn um den Anforderungen auf nationaler Ebene<sup>148</sup> als auch den europarechtlichen Vorgaben<sup>149</sup> gerecht zu werden, ist der Auftraggeber nicht nur berechtigt, sondern auch verpflichtet, zu beurteilen, welches Angebot seinen Zielen am ehesten entspricht und damit das ihm eingeräumte Ermessen (ordnungsgemäß) auszuüben<sup>150</sup>

Allerdings müssen die Berechnungen der Lebenszykluskosten auf belastbaren Zahlen beruhen. Das bedeutet aber, dass entweder – beispielsweise hinsichtlich des Energieverbrauchs – die Kosten berechenbar sein müssen oder aber, dass entsprechende Erfahrungswerte bzw. statistische Erhebungen vorliegen. Fraglich ist, ob in letzterem Fall möglicherweise nur Produkte angeboten werden könnten, zu denen entsprechende Zahlen vorliegen, was regelmäßig nur bei bewährten Produkten der Fall ist. Das würde aber den Einsatz innovativer neuer Techniken, die möglicherweise deutlich niedrigere Lebenszykluskosten aufweisen, massiv erschweren. Nicht nur der Einsatz innovativer, neuer Techniken, auch der Wettbewerb droht damit beschränkt zu werden. Im Ergebnis würde man daher nur für solche Produkte und Techniken Lebenszyklusberechnungen fordern können, für die entsprechende Daten verfügbar sind. Andere Produkte müssten von diesen Anforderungen ausgenommen werden. Allenfalls vage, nicht überprüfbare Prognosen für neuartige Produkte könnten nicht in die Wertung einfließen. Damit wäre insbesondere bei größeren Bauvorhaben die Berücksichtigung von Lebenszykluskosten mittels Zielvorgaben im Leistungsprogramm beschränkt.

Zutreffend erscheint es daher, nicht nur solche Berechnungen zuzulassen, die auf eindeutig nachweisbaren Zahlen beruhen, sondern auch solche Prognosen als belastbar einzustufen, die auf hinreichend fundierten Schätzungen beruhen<sup>151</sup>.

Zudem wird man auch beim Leistungsvertrag unter Verwendung von Leistungsbeschreibung mit Leistungsprogramm (Funktionalausschreibung) auf die Mittel zurückgreifen können, die auch bei einer Leistungsbeschreibung mit Leistungsverzeichnis zur Verfügung stehen, also Garantieerklärungen und Energieverbrauchsrechnungen.

---

<sup>148</sup> Vgl. § 97 Abs. 5 GWB, § 25 Nr. 3 VOL/A bzw. VOB/A

<sup>149</sup> Art. 53 der Richtlinie 2004/18/EG unter Berücksichtigung des 46. Erwägungsgrundes

<sup>150</sup> Vgl. Weyand, IBR-Online-Kommentar, Stand 22.02.2008, Rn. 610/2; VK Brandenburg, Beschl. v. 14.06.2007 - 1 VK 17/07

<sup>151</sup> ebenso wohl BMVBS, Erlass v. 10.01.2008, Az. B 15 – O 1082 – 000/2

Eine Funktionalausschreibung bietet daher zwar Vorteile gegenüber der Regelanwendung der Leistungsbeschreibung mit Leistungsverzeichnis, jedoch ist eine volle Berücksichtigung von Lebenszykluskosten allein durch eine Funktionalausschreibung nicht gewährleistet.

### **Stundenlohnverträge und Selbstkostenerstattungsverträge**

Stundenlohnverträge und Selbstkostenerstattungsverträge können keine Vorteile für lebenszykluskostenorientierte Ausschreibungen generieren.

Allgemein kann von Stundenlohnverträgen gesagt werden, dass der Bieter hier für besonders hohe Arbeitsleistungen, also etwa für besonders hohe Wartungsleistungen monetär belohnt wird. Diese Vergütungsart belohnt folglich bei Verknüpfung von Bau- und Betreiberleistungen die Verwendung von besonders wartungsintensiven Produkten und treibt damit die Lebenszykluskosten in die Höhe.

Selbstkostenerstattungsverträge beinhalten schon offensichtlich keine Gestaltungskomponenten, die sich positiv auf Lebenszykluskosten auswirken können. Eine nähere Betrachtung ist hier daher entbehrlich.

### **Fazit**

Von den Vertragsmodellen der VOB/A eröffnet nur der Leistungsvertrag Gestaltungsmöglichkeiten, die dem Bieter Anreize zur Berücksichtigung von Lebenszykluskosten / Lebenszyklusqualitäten bieten. Ob bei der Ausschreibung eine Leistungsbeschreibung mit Leistungsverzeichnis zugrunde gelegt wird oder aber der Weg der Funktionalausschreibung gegangen wird, hat unmittelbar wenig Auswirkungen auf eine rechtlich zulässige Berücksichtigung von Lebenszykluskosten / Lebenszyklusqualitäten. Unter Umständen eröffnet die Funktionalausschreibung dem Auftraggeber, den Bieter zu einer Berücksichtigung von Lebenszykluskosten und nachhaltigen Qualitäten zu bewegen. In jedem Fall ist eine Funktionale Leistungsbeschreibung aber geeignet, Innovationen der Privatwirtschaft abzuschöpfen und so das Anbieten neuartiger, im Vergleich zu herkömmlichen Produkten sparsamerer Lösungen zu erleichtern.

Die Funktionalausschreibung ist folglich in erster Linie Mittel, vertragsrechtlich günstige Rahmenbedingungen zum einen für das Anbieten neuer Technologien, zum anderen für die spätere Berücksichtigung von Lebenszykluskosten im Rahmen der Wertung zu schaffen. Eine Ausweitung sind BOT- und PPP-Wettbewerbe, in denen Funktionalausschreibungen ein wesentlicher Bestandteil sind. Auch hier sind innovative Lösungen gefragt – und zudem in einer verbindlich vorgegebenen Lebenszyklusperspektive.

### **ANMERKUNG (Prof. Balck)**

Die Frage, ob bei einer Funktionalausschreibung die Lebenszyklusorientierung leichter fällt als bei einer Leistungsbeschreibung mit Leistungsverzeichnis ist nicht eindeutig zu beantworten. Sie hat mehrere Aspekte, die im heutigen Marktgeschehen sogar zu kontroversen Ansichten führen:

ANSICHT 1: Eine Funktionalausschreibung eröffnet Chancen für innovative Lösungen, die in konventionellen Leistungsbeschreibungen mit Leistungsverzeichnis unterbunden werden<sup>152</sup>.

ANSICHT 2: Konventionelle Leistungsbeschreibungen mit Leistungsverzeichnis können konsequent lebenszyklusorientiert durchgeführt werden, wenn durch neutrale Planungsleistungen (von Architekturbüros, Beratenden Ingenieuren) die Nachhaltigkeit in Ausführungsplänen vorgegeben, Leistungsverzeichnisse durch Nachhaltigkeits-Abfragen erweitert und Angebote entsprechend ausgewertet werden.

Die erste Ansicht spiegelt besonders das Potential von industriellen Produktanbietern und Bauunternehmen. Die zweite Ansicht spiegelt eher das Potential von Planungsunternehmen. Bis heute sind solche Sichtweisen noch überwiegend kontrovers. Es ist aber zu erwarten, dass sie sich in Zukunft annähern. In Extremfällen ist auch eine vollständige Integration vorstellbar – z.B. in BOT- / PPP-Projekten der „2. Generation“.

### **Verknüpfung von Funktionalausschreibung und Pauschalpreisvereinbarung**

Nunmehr ist zu untersuchen, ob eine Verknüpfung von Vertragsgestaltungsmöglichkeiten zu einem positiven Effekt hinsichtlich der Berücksichtigung von Lebenszykluskosten/ Lebenszyklusqualitäten führen kann. Verknüpft man bei der Ausschreibung über die Herstellung eines Bauwerks eine Funktionalausschreibung mit der Vereinbarung von Pauschalpreisen, wird neben dem Planungsrisiko auch das Mengenrisiko für die Erstbeschaffung auf den Auftragnehmer abgewälzt. Allerdings ändert auch die Verknüpfung von Funktionalausschreibung mit Pauschalpreisvereinbarung nichts daran, dass tendenziell ein Druck zum Angebot preisgünstiger Produkte besteht, die in der Regel höhere Lebenszykluskosten verursachen als hochwertigere, teurere Produkte. Unmittelbare Anreize zur Berücksichtigung von Lebenszykluskosten aus dieser Verknüpfung sind daher nicht erkennbar.

Ein Effekt dieser Verknüpfung könnte sich vielmehr auf der Wertungsebene einstellen. Die Funktionalausschreibung erlaubt das Anbieten neuartiger Techniken. Die Pauschalpreisvereinbarung belastet den Auftraggeber dabei nicht mit dem Mengenrisiko, so dass das Angebot trotz der Verwendung von Techniken, mit denen keine Erfahrung

---

<sup>152</sup> Funktionalausschreibungen müssen dann Anforderungen an eine "Nachhaltigkeitsperformance" enthalten. Damit verbunden sind Prüfkriterien und Prüfverfahren im Zuge der Inbetriebnahme.

gen bestehen, für den Auftraggeber kalkulierbar und in Bezug zu anderen Angeboten vergleichbar bleibt.

### **Pauschalvergütung und Verknüpfung von Leistungsteilen**

Die oben genannten Vertragsgestaltungselemente sind allein nur begrenzt hilfreich, um der Berücksichtigung von Lebenszykluskosten besonderen Platz einzuräumen. Ein weiteres Verknüpfungselement könnte hier die Effektivität steigern:

Wird eine Pauschalsumme als Vergütung für Bauleistungen und nachfolgende objektbezogene Serviceleistungen vereinbart, so könnte gegebenenfalls die Verknüpfung der verschiedenen Leistungsteile (Bauwerkserstellung, Betrieb/Facility Management) zu erheblichen Anreizen zur Berücksichtigung von Lebenszykluskosten bereits bei Angebotserstellung führen. Denn wird z.B. für Wartung und Betrieb des Gebäudes eine pauschale Vergütung vereinbart, wird der Unternehmer bereits beim Bau darauf achten, Folgekosten für den Vertragsteil „Betrieb/Wartung“ zu vermeiden und daher höhere Anfangsinvestitionen zugunsten späterer Einsparungen in Kauf nehmen. Problematisch bei dieser Konstellation könnte allenfalls der bei Pauschalvereinbarungen häufig durch den Unternehmer höher kalkulierte Risikozuschlag sein, der die Kosten für den Vertragsteil „Betrieb/Wartung“ in die Höhe treiben könnte. Hier ist darauf zu achten, dass ein unangemessener Risikozuschlag die Vorteile der Berücksichtigung von Lebenszykluskosten nicht konsumiert.

### **ANMERKUNG (Prof. Balck):**

Diese „Kostenfalle“ ist in BOT- und PPP-Projekten ein aktuelles Problem - sowohl für Auftraggeber der Öffentlichen Hand als auch für die privaten Leistungserbringer.

Wird zudem – im Rahmen von PPP – die Übernahme des Gebäudes nach Ende der Vertragslaufzeit durch den privaten Partner (oder zumindest eine entsprechende Option) vereinbart, wird der Unternehmer ein originäres Interesse haben, bei der Herstellung des Bauwerks einen gesunden Ausgleich zwischen Herstellungskosten und Lebenszykluskosten zu finden, also seine Tätigkeit an langfristigem Kostendenken zu orientieren<sup>153</sup>.

Wird derartigen Verknüpfungen von Vertragsbestandteilen der Rahmen einer Funktionalausschreibung gegeben, besteht für die Bieter die Möglichkeit, ihr volles Innovationspotential zugunsten des Ziels der Erreichung besonders niedriger Lebenszykluskosten zu entfalten.

---

<sup>153</sup> Methodisch ist hierbei der typische Betrachtungszeitraum eines PPP Vertrages (z.B. 25 Jahre) und der im BNB- / DGNB- System vorgeschriebene Betrachtungszeitraum (50 Jahre) in entsprechenden Rechenmodellen zu unterscheiden.

### 11.2.3 Nebenangebote und Lebenszykluskosten / Lebenszyklusqualitäten

Ein weiteres Element der Innovationsabschöpfung ist die Zulassung von Nebenangeboten. Legt ein Bieter ein technisches Nebenangebot vor, darf dieses keinen beliebigen Inhalt aufweisen<sup>154</sup>. Er ist verpflichtet, dem Auftraggeber im Rahmen des Gleichwertigkeitsnachweises eine Gesamtschau aller wertbildenden Kriterien zu präsentieren, zu denen neben technischem Wert und Preis auch die Betriebs- und andere Folgekosten gehören<sup>155</sup>. Für Vergaben oberhalb der Schwellenwerte sind darüber hinaus die Mindestanforderungen einzuhalten, die der Auftraggeber mit den Verdingungsunterlagen gefordert hat<sup>156</sup>. Der Auftraggeber kann dabei allerdings nicht vollständig auf Mindestanforderungen für Nebenangebote verzichten, etwa, um die Bieter in ihrer Innovationsfreiheit so wenig wie möglich zu beschränken. Stellt der Auftraggeber nämlich keine Mindestanforderungen, dürfen Nebenangebote überhaupt nicht gewertet werden<sup>157</sup>.

Der Auftraggeber kann bereits in der Aufforderung zur Angebotsabgabe einbringen, dass insbesondere solche Nebenangebote erwünscht sind, die Lösungen zur Senkung von Lebenszykluskosten bieten. Auf diese Weise kann der Bieter sein Innovationspotential unmittelbar lebenszykluskostenorientiert einbringen. Er ist dabei nur eingeschränkt – im Rahmen der Mindestanforderungen für Nebenangebote – an Vorgaben gebunden, zu deren Einhaltung er bei Erstellung des Hauptangebotes verpflichtet ist.

### 11.2.4 Verfahrenswahl und Lebenszykluskosten

Neben der Anreizbildung durch die Gestaltung der Verdingungsunterlagen könnte auch die Wahl des Vergabeverfahrens hilfreich sein, um Bieter zur besonderen Berücksichtigung von Lebenszykluskosten zu bewegen. Hier ist freilich nicht an monetäre Anreize der Auftragsgestaltung, sondern vielmehr an unmittelbaren Einfluss auf die Bieter zu denken. Einen solchen Einfluss kann der Auftraggeber im Offenen und Nichtoffenen Verfahren naturgemäß nicht ausüben, denn hier verbietet sich die Einflussnahme auf Bewerber/Bieter vor Angebotsabgabe, während nach Angebotsabgabe im Rahmen von Bietergesprächen nach § 24 VOB/A den Bieter eine Angebotsänderung nicht mehr möglich ist. Daher kommen allenfalls die Verfahrensarten in Betracht, bei denen der

---

<sup>154</sup> OLG Koblenz, Beschl. v. 29.08.2003 – 1 Verg 7/03; OLG Rostock, Beschl. v. 05.03.2002 – 17 Verg 3/02

<sup>155</sup> OLG Koblenz, Beschluss v. 05.09.2002 - 1 Verg 4/02 mit Verweis auf Heiermann/Riedl/Rusam, VOB, § 25 VOB/A Rn. 93

<sup>156</sup> EuGH, Urt. v. 16.10.2003 - Rs. C-421/01

<sup>157</sup> EuGH, Urt. v. 16.10.2003 - Rs. C-421/01, Rn. 33

Auftraggeber verfahrensimmanent Einfluss auf die Bieter ausüben kann, also das Verhandlungsverfahren und der Wettbewerbliche Dialog.

### 11.2.5 Verhandlungsverfahren

Beim Verhandlungsverfahren wendet sich der Auftraggeber mit oder ohne vorherige öffentliche Aufforderung zur Teilnahme an ausgewählte Unternehmen, um mit einem oder mehreren über die Auftragsbedingungen zu verhandeln<sup>158</sup>. Das Verhandlungsverfahren unterscheidet sich vom Offenen bzw. Nichtoffenen Verfahren dadurch, dass sowohl der Leistungsgegenstand nicht bereits in der Ausschreibung in allen Einzelheiten festgeschrieben ist, als auch Angebote abgeändert werden können, nachdem sie abgegeben worden sind. Nach Ablauf der Angebotsfrist sind die Angebote nicht nur noch nach dem für alle einheitlichen Maßstab zu bewerten; es beginnt vielmehr ein dynamischer Prozess, in dem sich durch Verhandlungen sowohl auf Nachfrage- als auch auf Angebotsseite Veränderungen ergeben können<sup>159</sup>.

Im Rahmen der Verhandlungsgespräche kann der Auftraggeber in gewissem Rahmen Einfluss auf die Inhalte der Angebote nehmen und mit den Bietern über eine besondere Berücksichtigung von Lebenszykluskosten /Lebenszyklusqualitäten verhandeln. Zur Wahrung des Gleichbehandlungsgrundsatzes hat dies mit allen Bietern gleichermaßen zu erfolgen. Zudem darf dabei die Vergleichbarkeit der Angebote nicht verloren gehen. Folglich werden Verhandlungen zur Beachtung von Transparenz und Gleichheit nicht im Allgemeinen über „irgendwelche“ Lebenszykluskosten geführt werden können, sondern es sind konkret bestimmte Positionen/Leistungssteile und deren Lebenszykluskosten zum Gegenstand der Verhandlungen mit allen Bietern zu machen. Dafür bietet sich das Konzept der Strategischen Kostengruppen / Bauteile an. Zu beachten ist dabei, dass die Grenze der Verhandlungen dort ist, wo der Ausschreibungsgegenstand droht, wesentlich verändert zu werden. Die Beschaffung eines „aliud“ ist nicht möglich<sup>160</sup>. Hat der Auftraggeber sich zuvor für eine bestimmte technische Lösung zur Durchführung eines Projektes entschieden, kann es ihm folglich verwehrt sein, nunmehr eine andere technische Lösung zu wählen, weil diese geringere Lebenszykluskosten verspräche. Auch aus diesem Grunde ist im Vorfeld, soweit zulässig, nach Möglichkeit eine Funktionalausschreibung zu wählen, bei der lediglich Zielvorgaben gemacht werden, nicht jedoch konkrete Vorgaben zu technischen Lösungen.

---

<sup>158</sup> Weyand, IBR-Online-Kommentar, Stand 24.02.2008, Rn. 1376

<sup>159</sup> OLG Düsseldorf, Beschl. v. 05.07.2006 - Verg 21/06; OLG München, Beschl. v. 28.04.2006 - <http://www.ibr-online.de/interna/js.html> Verg 6/06

<sup>160</sup> vgl. OLG München, Beschl. v. 28.04.2006 - <http://www.ibr-online.de/interna/js.html> Verg 6/06; OLG Dresden, Beschl. v. 03.12.2003 - WVerf 15/03

### 11.2.6 Wettbewerblicher Dialog

Die flexibelste und offenste Verfahrensvariante stellt der Wettbewerbliche Dialog dar. Die Durchführung des Wettbewerblichen Dialogs ist an das Vorliegen bestimmter Voraussetzungen geknüpft. Nach § 101 Abs. 5 GWB muss es sich um besonders komplexe Leistungen handeln. Eine Leistung gilt als besonders komplex, wenn es dem Auftraggeber objektiv unmöglich ist, die erforderlichen technischen Mittel oder die rechtlichen oder finanziellen Bedingungen anzugeben, mit denen sich seine Bedürfnisse erfüllen lassen. Objektiv unmöglich heißt, dass dies dem Auftraggeber nicht anzu-lasten ist<sup>161</sup>. Eine subjektive Unmöglichkeit aufgrund von Unzulänglichkeiten des Auf-traggebers oder fehlendem Willens ist keine ausreichende Voraussetzung. Ausrei-chend ist jedoch, wenn der Auftraggeber aufgrund des besonderen Charakters der Leistung nicht in der Lage ist, die technischen Mittel oder rechtlichen und finanziellen Bedingungen zu beschreiben<sup>162</sup>.

Beim Wettbewerblichen Dialog ist der Auftraggeber bereits vor Angebotsabgabe in der Dialogphase in der Lage, seine Wünsche und Vorstellungen in Kooperation mit den Bietern/Bewerbern einzubringen und auf eine seinen Wünschen in idealer Weise ent-gegenkommende Lösung hinzuarbeiten. Selbstverständlich muss es letztendlich auch bei dieser Verfahrensvariante möglich sein, die abgegebenen Angebote zu vergleichen und die Wertungskriterien müssen so ausgestaltet sein, dass der Berücksichtigung von Lebenszykluskosten/Lebenszyklusqualitäten ein angemessener Platz eingeräumt wird. Die an dem Verfahren beteiligten Unternehmen werden aber schon aufgrund des Dis-kurses mit dem Auftraggeber bemüht sein, dessen Wünsche hinsichtlich einer Lebens-zyklusorientierung so weit wie möglich bei ihren Lösungsvorschlägen zu berücksichti-gen. Problematisch ist der enge Anwendungsbereich dieses Verfahrens. Zudem han-delt es sich um ein neu eingeführtes Verfahren, mit dem wenig Erfahrungen bestehen, was Öffentliche Auftraggeber regelmäßig abschreckt und von der Wahl dieser Verfah-rensort absehen lässt. Öffentliche Auftraggeber müssen daher zugunsten der Realisie-rung von lebenszyklusorientierten Lösungen dieses Handlungshemmnis überwinden, um in den Genuss der Vorteile dieses Verfahrens zu kommen.

### 11.3 Chancen und Risiken von Lebenszyklusaspekten in der Wertung

Die Wertung der Angebote erfolgt gem. § 25 VOB/A in vier Stufen (Abb. 11-2). Auf der ersten Stufe werden die formalen Anforderungen geprüft, auf der Zweiten die Eignung der Bieter, auf der dritten Stufe die Angemessenheit des Preises und auf der vierten

---

<sup>161</sup> Erwägungsgrund 31 der RL 2004/18/EG

<sup>162</sup> vgl. ausführlich zu den Voraussetzungen dieser Verfahrensart Knauff, VergabeR 2004, 287, 289 ff.; Heiermann, ZfBR 2005, 766

Stufe wird anhand der Wertungskriterien ermittelt, welches Angebot den Zuschlag erhalten soll<sup>163</sup>.

Auf allen Wertungsstufen, abgesehen von der dritten Wertungsstufe, ist zu berücksichtigen, dass die für die Wertung relevanten Kriterien bereits durch die Verdingungsunterlagen festgelegt werden<sup>164</sup>. Sollen Lebenszykluskosten bei der Wertung berücksichtigt werden, sind hierfür folglich bereits bei der Vorbereitung des Vergabeverfahrens die Weichen zu stellen.

Im Folgenden ist zu untersuchen, inwiefern Lebenszykluskosten / Lebenszyklusqualitäten auf den verschiedenen Wertungsstufen Berücksichtigung finden können.

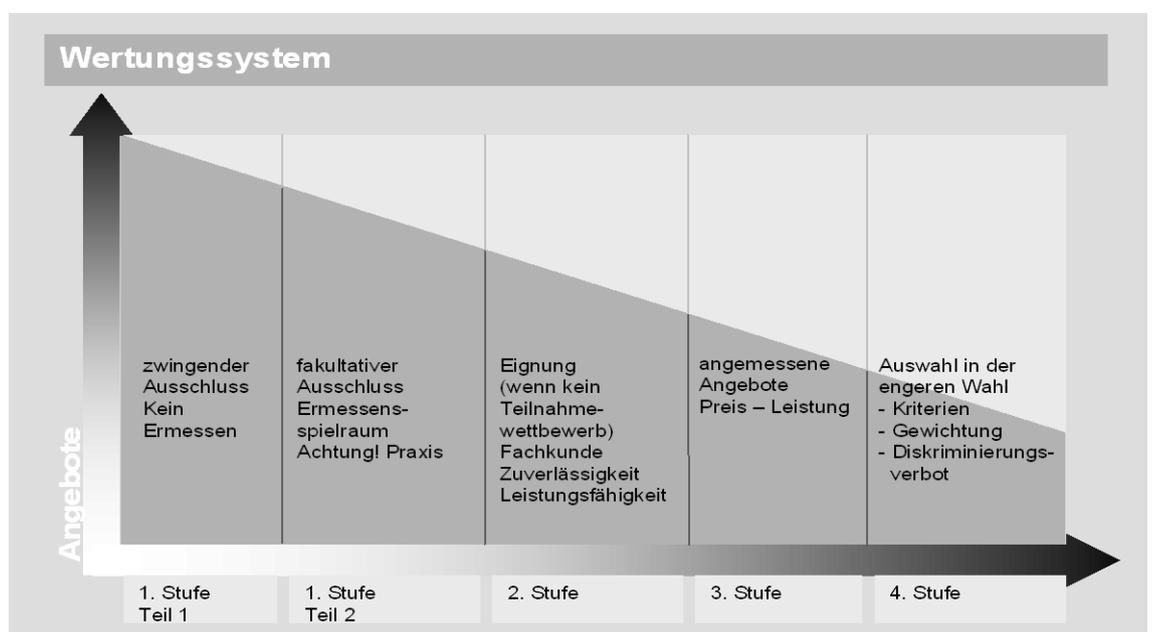


Abb. 11-2: Wertungsstufen [© Prof. Franke]

### 11.3.1 Erste Wertungsstufe

#### Rechtliche Vorgaben

Auf der ersten Wertungsstufe ist zu prüfen, ob die eingereichten Angebote vollständig sind und den Anforderungen der Verdingungsunterlagen entsprechen. Hier könnte, insbesondere bei Verwendung einer Leistungsbeschreibung mit Leistungsverzeichnis, eine Hürde für Bieter bestehen, besondere Lösungen zur Senkung von Lebenszyklus-

<sup>163</sup> vgl. hierzu Franke/Grünhagen, in: Franke/Kemper/Zanner/Grünhagen, VOB, 3. Aufl., § 25 VOB/A Rn. 2; Rusam in: Heiermann/Riedl/Rusam, VOB, 10. Aufl., § 25 Rn. 1

<sup>164</sup> Für die Zuschlagskriterien vgl. OLG Koblenz, Beschl. v. 05.12.2007  
<http://www.ibr-online.de/interna/js.html>1 Verlag 7/07

kosten anzubieten, wenn die im Leistungsverzeichnis geforderten Leistungen dies nicht zulassen. Bieter eigenes Innovationspotential wird hier blockiert, wenn der Auftraggeber die Leistungsbeschreibung so gestaltet, dass nur bestimmte Produkte angeboten werden können. Selbst wenn aus vergaberechtlichen Gründen eine Funktionalausschreibung nicht möglich ist, sollte das Leistungsverzeichnis daher so offen wie möglich formuliert werden. Die Grenze eines solchen Vorgehens ist allerdings erreicht, wenn die Vergleichbarkeit der Angebote beeinträchtigt zu werden droht.

Soweit eine Funktionalausschreibung zulässig ist, oder Planer ihre Ausschreibungen mit Abfragen zu Lebenszyklusdaten ergänzen, könnten hierdurch entsprechende Hemmnisse für lebenszyklusorientierte Angebote abgebaut werden.

### **Spezifische Probleme des Forschungsmodells**

Mit den Verdingungsunterlagen wird eine Reihe von Informationen abgefragt, die zur Berechnung der Lebenszykluskosten erforderlich sind. Hier droht die Gefahr, dass Bieter diese Informationen nicht oder nicht vollständig erteilen, entweder, weil sie selbst die Informationen zu den von ihnen angebotenen Produkten nicht haben oder aber, weil sie nicht bereit sind, den deutlich erhöhten Aufwand zur Informationserlangung zu betreiben.

Grundsätzlich ist ein Bieter, der die geforderten Angaben nicht liefert, gem. § 25 Nr. 1 Abs. 1 lit. b) VOB/A von der Vergabe zwingend auszuschließen. Entsprechend ist mit Bietern umzugehen, die geforderte Informationen zur Berechnung der Lebenszykluskosten nicht liefern. Nur ausnahmsweise kann von einem Angebotsausschluss abgesehen werden, wenn die Angebote aller Bieter an einem gleichartigen Mangel leiden, etwa, wenn die Erlangung der vom Auftraggeber abgeforderten Informationen für keinen der Bieter möglich war<sup>165</sup>. Bei der Forderung nach der Beibringung von Informationen sollte daher sicher gestellt werden, dass die Bieter auch in der Lage sind, alle Forderungen zu erfüllen. Andernfalls drohen entweder erhöhte Vergabeverzögerungskosten durch Aufhebung und Neuausschreibung oder aber – bei Absehen von den gestellten Forderungen – möglicher Weise eine Verfehlung des Ziels einer lebenszykluskostenorientierten Ausschreibung.

### **ANMERKUNG (Prof. Balck):**

Dieses Problem ist derzeit im Marktgeschehen deutlich zu beobachten, aber auch als notwendiger Lernprozess im Wechsel zu einem gänzlich veränderten Marktumfeld unvermeidlich.

---

<sup>165</sup> Vgl. BGH, Beschl. v. 26.09.2006 – X ZB 14/06

### 11.3.2 Zweite Wertungsstufe

Auf der zweiten Wertungsstufe ist die Eignung der Bieter zu prüfen. Dabei ist zu untersuchen, ob die jeweiligen Bieter die für die Erfüllung der vertraglichen Verpflichtungen notwendigen Sicherheiten bieten, wozu der Nachweis über die erforderliche Fachkunde, Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit sowie über ausreichende technische und wirtschaftliche Mittel gehört<sup>166</sup>.

Wird als ein Beschaffungsziel eine kostengünstige Bauweise in Bezug auf niedrige Lebenszykluskosten festgelegt, so erscheint es vertretbar, diesbezügliche Referenzen zu fordern. Hier kann insbesondere eine Bevorzugung solcher Bieter erfolgen, die Erfahrung mit lebenszykluskostenorientierten Bauweisen und Systemlösungen nachweisen können. Eignungsnachweise mit Bezug auf das Ziel lebenszykluskostenorientierter Lösungen sind insbesondere im Rahmen des Nachweises der Fachkunde und der technischen Leistungsfähigkeit denkbar:

Die Fachkunde eines Unternehmens wird durch die personelle Ausstattung und besonders durch dessen Know-how geprägt<sup>167</sup>. Denkbar wäre hier also die Forderung eines Nachweises, dass einzelne Mitarbeiter des Bieters zumindest zu einer Berechnung von Lebenszykluskosten und korrespondierender Lebenszyklusqualitäten befähigt sind bzw. derartige Aufgaben bereits übernommen haben. Hier dürfen allerdings keine überzogenen Anforderungen gestellt werden, da ansonsten eine unangemessene Einengung des Wettbewerbs erfolgt.

Zum Nachweis der technischen Leistungsfähigkeit kann im Einzelfall auch der Nachweis über spezifische Erfahrungen mit den auszuführenden Arbeiten gehören<sup>168</sup>. Dies dürfte allerdings nur bei technisch komplexen und schwierigen Aufgaben in Betracht kommen. Ob das auf eine lebenszykluskostenorientierte Realisierung eines Vorhabens zutrifft, kann bezweifelt werden, ist aber letztlich eine Frage des Einzelfalls. Potentiell ist hier zumindest ein weiterer Ansatzpunkt gegeben, um günstige Rahmenbedingungen zur Beachtung von Lebenszykluskosten zu schaffen.

#### **ANMERKUNG (Prof. Balck):**

Ein noch zu wenig beachteter Bewertungsaspekt der Eignung von Bietern ist die Einbindung von Produktlieferanten, insbesondere von Herstellern innovativer Produkte. Ausführende Firmen sind im Hinblick auf Folgekosten gut beraten, hochwertige Produkte anzubieten, die ggf. teurer sind als Standardprodukte, aber schon nach wenigen Jahren Nutzungsdauer Vorteile in den Lebenszykluskosten realisieren. Damit einher

---

<sup>166</sup> Vgl. Franke / Grünhagen in: Franke / Kemper / Zanner / Grünhagen, VOB, 3. Aufl., § 25 VOB/A Rn. 360

<sup>167</sup> Vgl. Franke / Grünhagen in: Franke / Kemper / Zanner / Grünhagen, VOB, 3. Aufl., § 25 VOB/A Rn. 371

<sup>168</sup> EuGH, Urt. v. 20.09.1988 – Rs. 31/87

gehen „Mitnahmeeffekte“ durch erhöhte Produktqualität, insbesondere durch Beiträge zur Nachhaltigkeit. Das Niveau eines Bieters ist daher abhängig von den eingegangenen „Wertschöpfungspartnerschaften“, also eine Bewertung der Kombination von Eigenpotential und Vernetzung mit industriellen Marktpartnern.

### 11.3.3 Dritte Wertungsstufe

Auf der 3. Stufe müssen solche Angebote ausgeschlossen werden, die einen unangemessen hohen oder niedrigen Preis aufweisen. Hier könnte eine Hürde für die Wertung solcher Angebote bestehen, die auf die Berücksichtigung von Lebenszykluskosten besonderes Augenmerk gelegt haben, wenn die Ausschreibung nicht von vorne herein auf dieses Ziel ausgelegt ist. Denn diese werden regelmäßig aufgrund der Verwendung hochwertiger Produkte einen höheren Angebotspreis aufweisen als solche Angebote, die jeweils die günstigste Beschaffungsalternative hinsichtlich des Anschaffungspreises gewählt haben.

Allerdings hat der Auftraggeber hinsichtlich der Qualifikation eines Angebotes als Über- oder Unterkostenangebot einen Beurteilungsspielraum. Dieser ist durch § 25 Nr. 3 Abs. 2 Satz 2 VOB/A festgelegt. Danach sind bei der Beurteilung der Angemessenheit des Preises die Wirtschaftlichkeit des Bauverfahrens, die gewählten technischen Lösungen oder sonstige günstige Ausführungsbedingungen zu berücksichtigen. In diesem Rahmen sind dementsprechend auch – belastbare – Prognosen in Bezug auf die Lebenszykluskosten berücksichtigungsfähig.

### 11.3.4 Vierte Wertungsstufe

#### Rechtliche Vorgaben

Die Vergabekoordinierungsrichtlinie (2004/18/EG) legt fest, dass bei der Wertung der Angebote grundsätzlich zwei Kriterien maßgeblich sein dürfen. Der öffentliche Auftraggeber darf entweder den Anbieter wählen, der den niedrigsten Preis anbietet, oder denjenigen, der das wirtschaftlich günstigste Angebot abgegeben hat<sup>169</sup>. Der deutsche Gesetzgeber hat sich für die zweite Alternative entschieden. § 97 Abs. 5 GWB legt fest:

„Der Zuschlag wird auf das wirtschaftlichste Angebot erteilt.“

In der Regierungsbegründung zum Vergaberechtsänderungsgesetz (VergÄndG) wird klargestellt, dass der Begriff „wirtschaftlichstes Angebot“ mit dem Richtlinienbegriff „wirtschaftlich günstigstes Angebot“ identisch ist. Neben dem Angebotspreis können

---

<sup>169</sup> Art. 53 RL 2004/18/EG

daher andere - betriebswirtschaftliche - Wirtschaftlichkeitskriterien wie beispielsweise Service, Garantiezeiten, Lieferzeit, Ausführungsdauer, Betriebskosten, Rentabilität, Qualität, Zweckmäßigkeit, technischer Wert, Kundendienst und technische Hilfe, die Verpflichtung hinsichtlich der Ersatzteile, die Versorgungssicherheit, Reparaturzeiten und -kosten oder Anwenderfreundlichkeit, Zuverlässigkeit, Standfestigkeit etc. berücksichtigt werden<sup>170</sup>. Der Angebotspreis ist damit das wichtigste, aber nicht allein entscheidende Kriterium<sup>171</sup>.

Nach Erwägungsgrund 46 der Richtlinie 2004/18/EG müssen es, soweit sich der Auftraggeber für das Kriterium des wirtschaftlich günstigsten Angebotes entscheidet, die zu diesem Zweck aufgestellten wirtschaftlichen und qualitativen Kriterien ermöglichen, das Leistungsniveau jedes einzelnen Angebotes im Verhältnis zu dem in den technischen Spezifikationen beschriebenen Auftragsgegenstand zu bewerten sowie das Preis-Leistungsverhältnis jedes Angebotes zu bestimmen<sup>172</sup>.

#### **Berücksichtigungsfähigkeit von Lebenszykluskosten im Rahmen der vierten Wertungsstufe**

Die gesetzlichen Vorgaben zur Bestimmung des Preis-Leistungsverhältnisses legen den Schluss nahe, dass der Auftraggeber sogar verpflichtet sein könnte, den bislang in der Praxis stark vernachlässigten Faktor „Lebenszykluskosten“ bei der Wertung der Angebote zu berücksichtigen. Denn die Frage der Lebenszykluskosten eines Produktes sind sowohl preisrelevant als auch eine Frage der Qualität der angebotenen Leistungen.

Die Rechtsprechung steht dem nicht entgegen. Im Bereich der konventionellen Vergabe (allgemeine Bezeichnung für die üblichen Beschaffungsverfahren in Abgrenzung zu PPP-Vergaben) wird die Zulässigkeit der Berücksichtigung von Lebenszykluskosten nicht diskutiert, sondern, soweit es die 4. Wertungsstufe im Rahmen von § 25 VOB/A bzw. VOL/A betrifft, als selbstverständlich zulässig angesehen. So hat die Vergabekammer Düsseldorf bereits in einer Entscheidung vom 13.04.2000 (VK-4/2000-L) ein Wertungskriterium „Lebenszykluskosten über 10 Jahre“ als ohne weiteres zulässig erachtet. Ebenso hat es das OLG Saarbrücken als zulässig erachtet, dass ein Auftraggeber im Leistungsverzeichnis die Angabe der Wartungskosten für das angebotene Produkt für einen Zeitraum von 10 Jahren verlangt hat<sup>173</sup>. Die Bieter hatten die entsprechenden Wartungskosten individuell zu bestimmen und in ihre Berechnung mit

---

<sup>170</sup> Weyand, IBR-Online-Kommentar, Stand 22.02.2008, Rn. 610

<sup>171</sup> VK Lüneburg, Beschl. v. 08.05.2006 - VgK-07/2006; Beschl. v. 22.03.2006 - VgK-05/2006; Beschl. v. 20.03.2006 - VgK-04/2006; Beschl. v. 15.11.2005 - VgK-48/2005

<sup>172</sup> vgl. VK Brandenburg, Beschl. v. 14.06.2007 - 1 VK 17/07

<sup>173</sup> Beschl. v. 09.11.2005, 1 Verg 4/05

einzu beziehen. Ebenso hat die VK Schleswig-Holstein ein Wertungskriterium „Folgekosten“ als zulässig angesehen<sup>174</sup>.

Die vierte Wertungsstufe ist daher nach den derzeitigen vergaberechtlichen Vorgaben Dreh- und Angelpunkt für eine lebenszykluskostenorientierte Ausschreibung. Besonders hohe oder besonders niedrige Angebotspreise können hier – sofern das Wertungskriterium „Lebenszykluskosten“ in angemessenem Umfang berücksichtigt wird – um die (sicher zu prognostizierenden) Lebenszykluskosten bereinigt werden. Der Auftraggeber ist jedoch gegebenenfalls in der Beweispflicht, dass die Berücksichtigung nicht unangemessen hoch erfolgt. Eine Berücksichtigung von Lebenszykluskosten über den tatsächlichen rechnerischen monetären Vorteil (einschließlich der Berücksichtigung von Zinsvorteilen bei günstigeren Anschaffungskosten) hinaus dürfte hingegen vergaberechtlich problematisch sein. Denn der Auftraggeber ist verpflichtet, Preis und Leistung eines Angebotes im Wege einer Abwägung in ein angemessenes Verhältnis zueinander zu bringen<sup>175</sup>.

### **Spezifische Probleme des Forschungsgegenstandes Forderung belastbarer Berechnungen und Bewertungen**

Da die Wertung transparent und diskriminierungsfrei zu erfolgen hat, müssen diese Grundsätze bei der Berechnung der Lebenszykluskosten und der Bewertung von Lebenszyklusqualitäten im Einzelnen Berücksichtigung finden. Wie bereits angedeutet haben die Berechnungen „belastbar“ zu sein. Das bedeutet, die Berechnungen müssen im Einzelnen nachvollziehbar und überprüfbar sein.

### **Wertungsfähige Berechnungsgrundlagen für die Lebenszykluskostenberechnung**

Welche Informationen innerhalb der Lebensdauer von Baukonstruktionen/Anlagen/Bauteilen im Einzelnen berücksichtigungsfähig sind, ist wohl im Einzelfall zu entscheiden. Generell sind – ohne Anspruch auf Vollständigkeit - vorstellbar: Energiebedarf, Austauschzyklus, Wartungsbedürftigkeit, Reinigungskosten, Verschleiß. Eine nähere Untersuchung der berücksichtigungsfähigen Faktoren im Rahmen des Forschungsmodells muss einer konkreten Untersuchung der im Rahmen des Rechenmodells verwendeten Informationen vorbehalten bleiben.

Grundsätzlich ist zu verlangen, dass die Bieterangaben hinsichtlich der Berechnungsgrundlagen, ggf. durch Teststellungen oder auch durch bieter eigene, glaubwürdige Berechnungen, nachgewiesen werden müssen. Reine Annahmen sind nicht geeignet,

---

<sup>174</sup> Beschl. v. 09.11.2005, 1 Verg 4/05 – VK-SH 37/04

<sup>175</sup> Weyand, IBR-Online-Kommentar, Stand 22.02.2008, Rn. 610/2

Eingang in die Wertung zu finden. Schätzungen können im Einzelfall hinreichend sein, wenn sie auf einer soliden Grundlage erfolgen

### **Zeitspanne der Lebenszykluskostenberechnungen**

Die Berechnung der Lebenszykluskosten erfolgt in heutiger Praxis für einen Zeitraum von 10-30 Jahren. Die Obergrenze von 30 Jahren hat sich auch als Standard für PPP-Projekte herausgebildet. Gleichzeitig ist aber davon auszugehen, dass eine sichere Berechnung der Lebenszykluskosten lediglich für einen Zeitraum von 2-4 Jahren im Voraus möglich ist. Für den darauf folgenden Zeitraum nimmt die Sicherheit der prognostischen Berechnungen zunehmend ab. Denn die Entwicklung der Kosten, etwa für Energie oder Arbeitslöhne, sind auf längere Sicht schwer abschätzbar. Diese Kosten bilden aber wichtige Berechnungsfaktoren. Es versteht sich von selbst, dass die Lebenszykluskostenberechnungen ungenauer werden, je länger der Berechnungszeitraum gewählt wird. Fraglich ist daher, wo die zeitliche Grenze für die Berücksichtigung von Lebenszykluskostenberechnungen zu ziehen ist, wenn insbesondere die Forderung nach „Belastbarkeit“ der Berechnungen erfüllt werden muss.

Es ist festzuhalten, dass es sich bei der Kostenermittlung nur für einen Prognosezeitraum von maximal 4 Jahren um belastbare Berechnungen handeln kann, während zeitlich darüber hinausgehende Rechenmodelle aufgrund der mangelnden Vorhersehbarkeit der allgemeinen Kostenentwicklung streng genommen als Schätzung qualifiziert werden müssen. Daher ist zu klären, in welchem Umfang derartige Schätzungen Grundlage einer Wertungsentscheidung sein können.

Nach einer Entscheidung der VK Schleswig-Holstein können Folgekosten eines Angebots berücksichtigt werden, wenn sie im unmittelbaren Zusammenhang zur ausgeschriebenen Leistung stehen, die zu ersparenden Kosten „objektiv ermittelbar“ sind und „Folgekosten“ als Zuschlagskriterium benannt worden sind<sup>176</sup>. Die Vergabekammer bezog sich dabei auf eine Entscheidung der VK Baden-Württemberg, die die Auffassung vertrat, dass Einsparungen in jedem Fall „monetär beziffert“ sein müssen. Andere (volkswirtschaftliche und regionalpolitische) Vorteile seien „vergabefremd“ und daher nicht zu berücksichtigen<sup>177</sup>.

Die genannten Beschlüsse lassen erkennen, dass Schätzungen, die auf einer gesicherten Datenbasis beruhen (in einem Fall Schätzung von Kosteneinsparungen durch Bauzeitverkürzung) durchaus wertungsfähig sind. Der Auftraggeber ist bei der Wertung also nicht auf eine in jedem Punkt belastbare Berechnung beschränkt. Davon geht auch das BMVBS in seinem Erlass v. 10.01.2008<sup>178</sup> aus. Dort heißt es:

---

<sup>176</sup> Beschl. v. 19.01.2005 – VK-SH 37/04

<sup>177</sup> Beschl. v. 21.03.2003 – 1 VK 10/03

<sup>178</sup> Az. B 15 - O 1082 – 000/2

„In der Regel fehlen detaillierte Rechenmodelle zur Berechnung der Lebenszykluskosten, daher wird eine Abschätzung der zu erwartenden Folgekosten in Hinblick auf die voraussichtliche Lebensdauer als ausreichend angesehen.“

Ungeklärt ist hingegen, wie weit sich die Schätzung, die zur Grundlage der Wertung gemacht wird, von den möglichen tatsächlichen Kostenentwicklungen entfernen darf, um eine transparente und diskriminierungsfreie Wertung zu gewährleisten. Stellt man sich die Mindestkostenentwicklung und die maximal denkbare Kostenentwicklung als Schere vor, deren Spanne sich mit fortschreitendem Zeitablauf vergrößert, wird die lineare Schätzung der Kostenentwicklung als gleichmäßig ansteigende Gerade irgendwo innerhalb dieser Schere liegen. Die Differenz zwischen Kostenschätzung und möglicher Kostenentwicklung vergrößert sich folglich, je länger der geschätzte Zeitraum ist (Abb. 11-3).

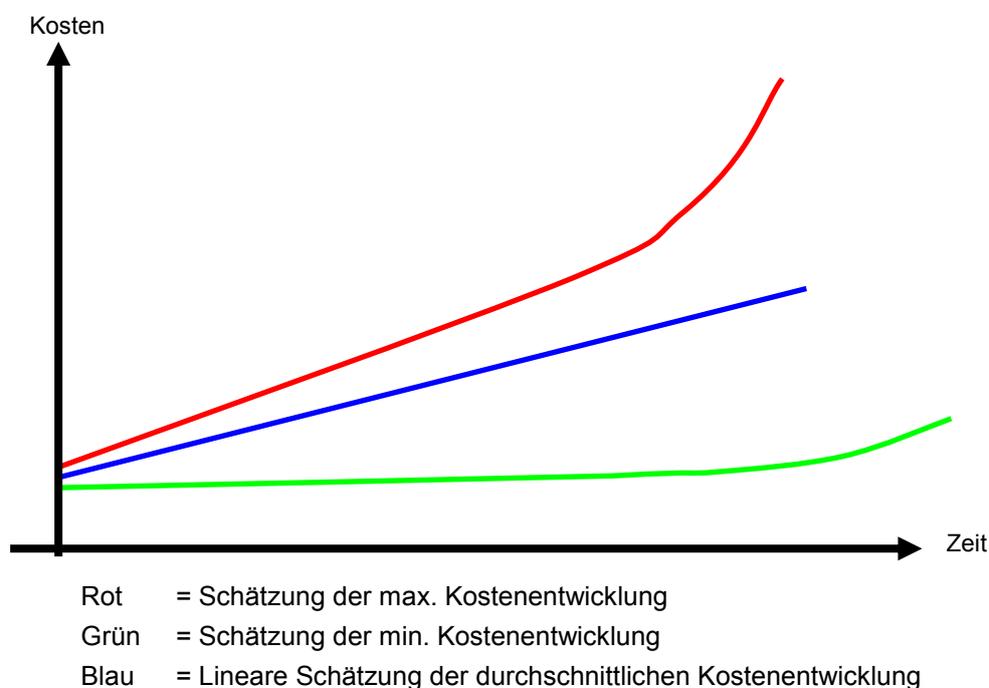


Abb. 11-3: Differenz zwischen Kostenschätzung und möglicher Kostenentwicklung  
[© Prof. Franke]

Aus Gründen der Transparenz, also der Nachvollziehbarkeit der Wertung, wird an einem Zeitpunkt die Grenze zu ziehen sein, an dem sich die lineare Kostenschätzung von den möglichen Preisentwicklungen so weit entfernt, dass der Auftraggeber sich den Vorwurf gefallen lassen muss, dass der spekulative Anteil der Kostenschätzung den Anteil, der auf gesicherten Daten (aktuelles Preisniveau) beruht, überwiegt. Wann der betreffende Zeitpunkt erreicht ist, ist mit betriebswirtschaftlichen Mitteln zu klären und wird für jedes Bauvorhaben individuell zu ermitteln sein. Im Rahmen des For-

schungsprojekts wird zur Bestimmung des Zeitpunktes eine Lösung gefunden werden müssen.

**ANMERKUNG (Prof. Balck):**

Ein Ansatz kann eine Risikoanalyse sein, die in Verbindung mit einem Verhandlungsverfahren Grundlage der festzulegenden Risikoverteilung ist. Außerdem können durch die systematische Darstellung von risikomindernden Faktoren im Zuge von Entwurfs- und Planungsprozessen – das sind genuine Architekten- und Ingenieurleistungen – Strategien für Gestaltungs- und Engineering-Prozesse definiert und vertraglich festgelegt werden.

Ein weiterer Aspekt der Reduktion von Prognoseunsicherheit sind sachlich und zeitlich festgelegte Prüfpunkte an denen nach zuvor festgelegten Kontrollaufgaben vorausgesagte energetische Verbrauchswerte oder ökologische Parameter (z.B. CO<sub>2</sub>-Ausstoß) und andere messbare Größen erfasst und auf Einhaltung bewertet werden. Ein solches Performance Measurement kann zudem periodisiert werden (z. B. in Jahresintervallen) und wird dann Bestandteil eines Technisch-wirtschaftlichen Controllings. Das wiederum setzt voraus, dass die Bauherrn- und die Betreiberrolle organisatorisch eng gekoppelt sind.

**Bieterbezogene Elemente**

Bei der Bewertung von Risiken und von Lebenszyklusqualitäten ist die Beurteilung des Unternehmenspotentials ein wichtiger methodischer Baustein (vgl. 4-Säulen-Modell, Kap.8.2). Es beinhaltet auch die Betrachtung der Umsatzstärke des Unternehmens. Der Grad der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit ist dabei ein wünschbares Kriterium, da ein wirtschaftlich leistungsfähiges Unternehmen am ehesten die Gewähr bietet, bis zum Ende eines Lebenszyklus eines Bauteils, einer Anlage oder gar eines kompletten Bauwerks noch am Markt tätig zu sein und die vertraglichen Verpflichtungen ordnungsgemäß zu erfüllen. Mag aus ökonomischer Sicht dieser Ansatz nachvollziehbar sein, ist er aus vergaberechtlicher Sicht zu verwerfen. Neben der mannigfaltigen nationalen Rechtsprechung, die einhellig die Berücksichtigung eines „Mehr an Eignung“ auf der vierten Wertungsstufe ablehnt, hat insbesondere der Europäische Gerichtshof (EuGH) erst kürzlich klargestellt, dass im Rahmen der Ermittlung des wirtschaftlichsten Angebotes ausschließlich solche Kriterien Berücksichtigung finden dürfen, die das Angebot selbst betreffen. Kriterien, die sich auf die Person des Bieters beziehen, können ausschließlich auf der zweiten Wertungsstufe Berücksichtigung finden<sup>179</sup>.

---

<sup>179</sup> EuGH, Urt. v. 24.01.2008 – Rs. C-532/06

**ANMERKUNG (Prof. Balck):**

Die Erarbeitung von Bewertungskriterien im 4-Säulenmodell muss demnach für die Beurteilung des „Unternehmenspotentials“ eines Bieters diesen Rechtsprinzipien entsprechen:

- durch ein Verfahren – z.B. durch Auswählen geeigneter Teilnehmer in Präqualifikationsstufen
- durch Einbinden von Anforderungen und Abfragen in die Ausschreibungen – z.B. bezüglich organisatorischer Fähigkeiten wie „Reaktionszeiten“ in Störfällen, verlängerte Gewährleistungen oder zusätzliche Garantien, z.B. 20 Jahre für bestimmte Produkteigenschaften oder Lieferzusagen für Ersatzteile über 10 Jahre

**11.3.5 Fazit / Ausblick**

Als Ergebnis der bisherigen Untersuchung kann festgehalten werden, dass eine unmittelbare und effektive Berücksichtigung von Lebenszykluskosten in der Struktur der VOB/A nur auf Wertungsebenen und dort insbesondere auf der vierten Wertungsstufe erfolgt. Die notwendigen Weichenstellungen hierfür werden bereits bei der Erstellung der Verdingungsunterlagen gestellt, insbesondere bei den wertungsrelevanten Festlegungen. Vertragliche Gestaltungen haben kaum Einfluss auf die Beachtung von Lebenszykluskosten bei Angebotserstellen. Hier können aber flankierende Maßnahmen zur Unterstützung des Innovationspotentials ergriffen werden. Dort, wo es möglich ist, das Risiko der Lebenszykluskostenentwicklung, bzw. das Risiko nachhaltiger Qualitäten dem Bieter zu überbürden, können zudem echte ökonomische Anreize zur lebenszykluskostenorientierten Angebotserstellung generiert werden.

Die Zulässigkeit einer Wertung von Lebenszykluskosten und nachhaltiger Qualitäten im Rahmen der Ermittlung des wirtschaftlichsten Angebotes ist unbestreitbar. Soweit in die Wertung eine Schätzung der zukünftigen Kostenentwicklung einfließt, ist dies auch grundsätzlich zulässig. Da derartige Schätzungen aber mit zunehmender Größe des Schätzungszeitraums unpräziser werden, wird hier eine zeitliche Grenze anzunehmen sein, ab der der einer Wertung die erforderliche Nachvollziehbarkeit und damit die erforderliche Transparenz fehlt. Dieser Zeitpunkt ist jeweils für jedes Projekt spezifisch zu ermitteln. Der Schätzungszeitraum darf darüber hinaus nicht ausgeweitet werden.

Bieterbezogene Wertungselemente können nur auf der zweiten Wertungsstufe berücksichtigt werden. Eine Wertung im Rahmen der vierten Wertungsstufe ist nicht möglich.

Zur Klärung steht insbesondere noch die Frage an, welchen Stellenwert der Kostenpunkt „Ersatzteile und Entsorgung“ bei der Wertung haben kann. Zum einen wird ein reiner Lieferant Schwierigkeiten haben, die hierfür erforderlichen Informationen zu beschaffen, so dass eine Beschränkung des Wettbewerbs droht. Zum anderen werden

Informationen abgefragt, die nur im mittelbaren Zusammenhang mit der ausgeschriebenen Leistung – Lieferung und Einbau – stehen.

**ANMERKUNG (Prof. Balck):**

Ersatzteilkosten können problemlos abgefragt werden. Dadurch können Prognosen zur Kostenart „Instandsetzungen“ gemacht werden. Vor allem „Kl. Instandsetzungen“ beginnen unmittelbar nach der Inbetriebnahme. Dies ist ein Ergebnis unserer Untersuchungen zu Strategischen Kostengruppen / Bauteilen. Außerdem werden Ersatzteile in regelmäßig durchgeführten Wartungen benötigt. Ersatzteilkosten und damit verbundene Lieferbedingungen sind also Teil der solide kalkulierbaren Kosten in der oben genannten Spanne von 2-4 Jahren.

Allerdings bestehen in diesem Zusammenhang, wie zuvor angesprochen, eine Reihe von Unklarheiten in der Langzeitperspektive:

- Welche Voraussetzungen müssen bei Anbietern erfüllt sein, damit „Nachliefergarantien“ nicht nur auf dem Papier stehen?
- Welche Einbaubedingungen müssen Planer berücksichtigen? – z.B. Anschlüsse für Pumpen, die bereits in der Mitte ihrer technischen Lebensdauer veraltet sind und die dann besser durch effizientere, also nicht baugleiche Produkte zu ersetzen sind
- Wann sind beim Besteller langfristig angelegte Lagerbestände für Bauteile notwendig? – z.B. für Fliesen, Fassadenteile u. dgl. mit nicht wiederholbaren Oberflächeneigenschaften
- Weiter ist zu klären, in welchem Verhältnis die Bewertung der Lebenszykluskosten zum Anschaffungspreis gewertet werden kann und darf.
- Zudem ist hinsichtlich der Verfahrenswahl zu klären, wie die „Hürde“ zum Nichtoffenen Verfahren genommen werden kann. Denn bei einem offenen Verfahren werden die Kosten einer solch höchst komplexen Ausschreibung aufgrund der Masse der zu bewertenden Angebote enorm hoch sein.
- Die Bearbeitung dieser und möglicherweise weiterer, noch nicht erkannter rechtlicher Probleme wird Aufgabe des abschließenden Berichts sein.

## **12 Lebenszyklusorientiertes Vorgehensmodell für Gewerkeorientierte Ausschreibung und Vergabe**

Das folgende Vorgehensmodell ist eine anwendungsorientierte Umsetzung der zuvor beschriebenen Grundlagen und Regeln lebenszyklusorientierter Planung und Beschaffung. Die Darstellung in den methodisch aufeinanderfolgenden Stufen wird nach jeder Stufe durch Fragen und Antworten zum Erfahrungsstand in der Praxis kommentiert. Im Mittelpunkt stehen dabei auch Gesichtspunkte des Vergaberechts, die vom Forschungspartner Prof. Franke und seinem Team (Dr. Frhr. v. Münchhausen) bearbeitet wurden.

Das beschriebene Vorgehensmodell ermöglicht für Bauherrn und Eigentümer einen Prozess der Vorbereitung und Begründung von Entscheidungen für nachhaltige Investitionen.

Das Vorgehensmodell dient innerhalb der Forschungsinitiative ZukunftBAU als Grundlage für eine Pilotierung in öffentlichen Bauvorhaben und als methodische Basis für das dazu parallele Forschungsvorhaben „Lebenszyklusorientierte Produkt-Informationen“.

### **Übersicht der Stufen des Vorgehensmodells**

Die Stufen des Vorgehensmodells sind den Lebenszyklusphasen zugeordnet. Sie sind eine Erweiterung und Weiterführung der Elementemethode, nach der bereits in den Entwurfsphasen die Bestandteile einer Investition bis auf die Bauteilebene gegliedert werden. Durch die Ausrichtung auf Strategische Kostengruppen / Bauteile / Komponenten werden Folgekosten für investive Kostenelemente ermittelt, dadurch die HOAI Phasen entlang strategischer Entscheidungslinien verbunden und bis in das Betreiben, Entsorgen und Erneuern verlängert. Dieser durchgängige Prozessansatz ermöglicht es, das innovative Potenzial der Bauwirtschaft und industrieller Anbieter nachhaltiger Effizienz-Produkte in das Zentrum der Planungstätigkeit zu rücken.

Die lebenszyklusorientierte Ausschreibung und Vergabe steht in der Mitte des lebenszyklusorientierten Phasenmodells (vgl. Kap. 4.6). Die dazu vorlaufenden und nachlaufenden Phasenglieder sind aber eine notwendige Bedingung, um überhaupt erfolgreich nachhaltige Beschaffungsprozesse durchzuführen:

### **Vorlaufende Phasen im Lebenszyklusmodell**

STUFE 1 – Lebenszyklusorientierter Relevanzbaum - Ausrichtung auf Strategische Kostengruppen / Bauteile / Komponenten

STUFE 2 - Einbeziehung von Marktpartnern, insbesondere Anbietern strategischer Produkte in den Informationsprozess der Planungstätigkeit

### **Mittlere Phasen im Lebenszyklusmodell**

STUFE 3 – Koppelung von Gebäude-Performance und Bauteil-Performance zur Bewertung der Nachhaltigkeit

STUFE 4 - Ausschreibung von Bauleistungen im Lebenszyklusansatz

STUFE 5 - Vergabe von Bauleistungen im Lebenszyklusansatz

### **Nachlaufende Phase im Lebenszyklusmodell**

STUFE 6 – Performance-Messung / Zertifizierungen

Erfolgsüberprüfung und Performance-Messung im ersten und zweiten Betriebsjahr mit Überprüfung der vorangegangenen Relevanzbewertungen und ermittelten Lebenszykluskostenfaktoren.

## **12.1 STUFE 1 - Lebenszyklusorientierter Relevanzbaum – Ausrichtung auf Strategische Kostengruppen / Bauteile / Komponenten**

### **12.1.1 Beschreibung der STUFE 1**

Die Durchmusterung einer Investitionskostengliederung sollte im Entwurfsprozess beginnen, im günstigsten Fall im Zuge der Bearbeitung eines Vorentwurfs, oder bei Modernisierungs- / Sanierungsprojekten im Zuge der Bestandserfassung vorhandener Bausubstanz (Tabelle A 10 bis Tabelle A 13). Baukonstruktionen, Anlagen und Bauteile mit ca. 20 % der Investitionskosten bewirken nahezu 80% der Folgekosten.

Das Ergebnis ist eine Gliederung von Relevanzbewertungen für Investitionsobjekte auf allen erforderlichen Hierarchieebenen:

2-stellige Ebene der DIN 276 für eine grobe Übersicht relevanter Kostengruppen

3-stellige Ebene der DIN 276 für die Identifikation der Folgekosten relevanter Baukonstruktionen, technischer Anlagen und deren Bestandteile

4 – 6-stellige Gliederung auf Basis der DIN 276 für die Differenzierung in strategische und nicht-strategische Komponenten

Da auf allen Ebenen der Objekthierarchie unterschiedliche Relevanzwerte auftreten können - sowohl für den Nutzungsdauer-Relevanzindex als auch für die auf gleicher Ebene zugeordneten Lebenszykluskostenfaktoren – entsteht beim Durchmustern der Kostengruppen eine Baumstruktur mit unterschiedlich ausgeprägten Relevanzwerten. Dieser Relevanzbaum liefert eine Art Kompass zur Navigation entlang lebenszyklusorientierter Konstruktions- und Entwurfsstrategien. Die wichtige Grundregel für die Verknüpfung von Relevanzbäumen mit Entwurfsstrategien ist die Ausrichtung auf die Be-

sonderheiten des jeweiligen Projektes. Da jedes Bauwerk in Verbindung mit architektonischer Gestaltung aber auch im Hinblick auf Nutzungsanforderungen ein Unikat darstellt, sind alle Relevanzbäume davon geprägt. D.h. die Verästelung eines Relevanzbaumes muss die projektbezogenen Besonderheiten spiegeln. Sie werden umso wichtiger, je konkreter und detaillierter die Planung wird. Abb. A 6 zeigt dafür ein Beispiel für die Planung von Lüftungsanlagen.

#### **Die Relevanzbaummethode eröffnet und begleitet Entwurfsstrategien:**

- für den Einstieg in einen Entwurfsprozess
- für die Weiterführung in jeweils konkretere Entwurfsstufen bis hin zur Ausführungsplanung
- für die Umsetzung der Ausführungsplanung in Ausschreibungspositionen

Die Verbindung der dargestellten Relevanzbäume mit Entwurfsleistungen und darauf aufbauende Ausschreibungspositionen mit nachfolgenden Angebotsbewertungen sind auch eine geeignete Grundlage, um methodisch die im BNB-System oder im DGNB-Gütesiegel verwendeten Kriterien und Punktbewertungen mit Relevanzbewertungen abzugleichen.

Methodische können auf diese Weise durch ein Vorzertifikat nach BNB / DGNB (oder ggf. anderen Zertifizierungssystemen) Zertifizierungsstrategien mit dem Relevanzbaumverfahren zu einer Entwurfs- und Entscheidungshilfe verknüpft werden.

#### **Liste Strategischer Bauteile**

Für die Identifizierung von Bestandteilen eines Bauwerkes im Planungs- und Beschaffungsprozess, die im besonderen Maße Folgekosten bedingen und zudem häufig nutzungskritische Qualitätseigenschaften besitzen, eignen sich die beschriebenen Relevanzbewertungen und die Darstellung der relevanten Strategischen Kostengruppen / Bauteile in einem Relevanzbaum. Dabei handelt es sich um eine Erweiterung der „Elementemethode“. Bei der Ermittlung von Investitionskosten in den Gliederungspositionen der DIN 276 werden den gleichen Positionen Folgekosten zugeordnet – Nutzungsdauerkosten und Erneuerungskosten - und als weitere Ergänzung Anforderungen an nachhaltige Qualitäten.

#### **Beispiele der 2-stelligen DIN 276-Ebene:**

Außenwände, Dächer, Lüftungstechnische Anlagen, Fördertechnische Anlagen

#### **Beispiele der 3-stelligen DIN 276-Ebene:**

Fenster / Türen / Bodenbeläge / Aufzüge / Fahrtreppen u.dgl.

Beispiele für Strategische Bauteile auf der 4-stelligen DIN 276-Ebene: Nicht tragende Innenwände, differenziert nach Bauweisen / Bodenbeläge, differenziert nach Belagsart Aufzüge, differenziert nach unterschiedlichen Funktionen, u.dgl.

Beispiele für Strategische Bauteile in der 5-stelligen DIN 276-Ebene: Bestandteile eines Aufzuges, z. B. Fahrkorb, Aufzugstür / Bestandteile von Beleuchtungen, z.B. Leuchtmittel / Bestandteile von Verteilnetzen, z.B. Pumpen.

Die Auflistungen Strategischer Bauteile sind für bestimmte Planungs- und Beschaffungsaufgaben lebenszyklusorientierte „Navigationshilfen“. Folgende Anwendungen haben sich als hilfreich erwiesen:

- Liste Strategischer Bauteile als Beispiele für Erfolgsfaktoren energieeffizienter Lösungen im Rahmen von Auslobungsunterlagen in Architektenwettbewerben.
- Liste Strategischer Bauteile als Vorgabe für Generalunternehmer-Ausschreibungen
- Katalog Strategischer Bauteile bei Betreiberbauherren. Z.B. wurden in Kliniken auf der Betreiberseite Kataloge erarbeitet für Pumpen, Beleuchtungen, Brandschutztüren u.a. mit lebenszyklusorientierten Anforderungsprofilen. Diese Kataloge dienen in Umbau- / Neubau- / Instandsetzungsprojekten als Vorgaben für die Projektbeteiligten.
- Sammeln von Betreibererfahrungen zu marktbezogenen Beschaffungsentscheidungen. Verglichen werden eingesetzte Produkte für funktional definierte strategische Bauteile. Solche Produkte erhalten den Status „Strategische Produkte“. Wie bei Lieferantenbewertungen werden Produktbewertungen gelistet. Sie können innerhalb von Betreiber-Netzwerken in einem Erfahrungsaustausch als Einkaufswissen kommuniziert werden.

Die Anwendung von den oben beschriebenen Relevanzbäumen und Listen Strategischer Bauteile ermöglicht über alle Projektphasen, einschl. vorgeschalteter Wettbewerbsstufen, eine durchgängige Fokussierung auf erfolgskritische Bestandteile eines Bauwerks und damit eine Ausrichtung auf Beschaffungsprozesse nach Lebenszykluskriterien (Abb. 1-1 / Abb. A 7 bis Abb. A 92). Darüber hinaus bilden diese Methodenbausteine auch eine Grundlage für die Erfolgsüberprüfung innerhalb der Projektphasen und in den folgenden Betriebsjahren.

### 12.1.2 Bisherige Erfahrungen zu STUFE 1

Die durchgängige Ausrichtung der Projektphasen an Anforderungen der Nachhaltigkeit ist in den Anfängen in Bau- und Immobilienprojekten erkennbar – und erfährt gegenwärtig durch die Einführung des BNB- / DGNB – Gütesiegels eine beachtliche Beschleunigung. In den beschriebenen vorlaufenden Phasengliedern haben sich im Vor-

feld der Ausschreibungs- und Vergabeprozesse besonders Computersimulationen und Rechenmodelle für Lebenszykluskosten bewährt. Dadurch können im Kontext von Entwurfsbedingungen durch Variantenrechnungen strategische Bauteile identifiziert und optimale Anforderungen an Bauteile und Bauteil-Konfigurationen ermittelt werden. Auf dieser Grundlage erfolgen dann Ausschreibungsprozesse im Lebenszyklusansatz.

Das Konzept der Strategischen Bauteile und das Relevanzbaum-Verfahren wurde von Prof. H. Balck Ende der 90er Jahre entwickelt und in Facility Managementprojekten seit 2002 in einer Reihe unterschiedlichster Kliniken und Krankenhäuser zur Analyse von Entstörungen und kleinen Instandsetzungen eingesetzt. Auf dieser Basis wurden 2008 in Qualitätszirkeln im Klinikum Stuttgart Einkaufsstandards zusammen mit den Forschungspartnern WILO (Pumpen) und GEZE (Türen) erarbeitet.

Ein Ergebnis ist die Identifizierung Strategischer Kostengruppen und Bauteile. Am Anfang standen Fragen nach der Störungshäufigkeit und an wirtschaftliche Wartungszyklen bei Anlagen der Gebäudetechnik und Bestandteilen von Baukonstruktionen. Das Ergebnis waren Bauteillisten, die durch die Analyse von Störungshäufigkeiten und Zuverlässigkeitsanforderungen zur Planung erfolgskritischer Wartungsaufgaben führten. Die Einbeziehung von Energieeffizienz-Verbesserungen, die teilweise an den gleichen Konstruktionen, Anlagen und Bauteilen ansetzen konnten, bildete den Ausgangspunkt für die Kombination von Instandhaltungsmanagement und Energiemanagement und aktuell für die Neuausrichtung des Technischen Einkaufs.

Durch die Analysen von Daten in Kliniken und insbesondere durch die Betriebsdaten des Forschungspartners DB Station & Service ist ein quantifizierbarer und überprüfbarer statistischer Ansatz entstanden. Dazu gehört die Entdeckung von „Relevanzprofilen“ innerhalb vorhandener Liegenschaften und ihrer Strukturen. So hat der Forschungspartner DB Station & Service für Aufzüge und Fahrtreppen Anforderungsprofile und Pflichtenhefte entwickelt, in denen das Wissen der Betreiber und eigener Instandhaltungsexperten eingeflossen ist.

Im laufenden Neubauprojekt für das Bundesministerium für Bildung und Forschung BMBF in Berlin wurde die gesamte Vorplanung mit allen Investitionskosten und den in einem umfangreichen von den Autoren ermittelten Lebenszyklusmodell für Folgekosten bei 30 Jahren Betriebszeit ermittelt. Sowohl die Investitionskosten als auch alle Folgekosten sind nach dem Relevanzbaumverfahren gegliedert (Tabelle: 2).

### 12.1.3 Juristische Fragen + Hinweise zu STUFE 1

#### **FRAGE 1 (IPS-Forschungsteam):**

Ist die Vorgabe eines Relevanzbaumes nach DIN 276 Kostengruppen mit einer zugeordneten Bewertung nach dem Relevanz-Index und ggf. durch Hinzufügung von beispielhaften Auflistungen für Strategische Bauteile geeignet, um in einem Architektenwettbewerb oder in einem BOT- / PPP-Verfahren die Lebenszyklusorientierung sozusagen als „Bauherrenwille“ festzuschreiben?

Anmerkung: Nach unseren Erfahrungen ist ein solches Vorgehen mit einer gewissen Unverbindlichkeit möglich. D.h., die Vorgaben dienen dazu, den Wettbewerbsteilnehmern den „Fokus der Aufmerksamkeit“ zu vermitteln, der anschließend in Vorprüfungen und Ergebnisbeurteilungen in entsprechenden Bewertungsverfahren zum Maßstab der Wettbewerbsergebnisse wird.

BEISPIEL: Die strategische Kostengruppe „Aufzüge“ wird in einer Wettbewerbsauslobung mit einem hohen Rang ausgewiesen. Anschließend wird im Zuge der Vorprüfung der eingereichten Wettbewerbsarbeiten jeder geplante Aufzug einer gesonderten Lebenszykluskosten- und Bewertung der Lebenszyklusqualitäten unterzogen. Die dafür angewendeten Kriterien könnten z.B. auch Bestandteil der Auslobungsunterlagen sein.

Das führt aber zu einem Dokumentationsproblem: Für alle ausgewiesenen strategischen Kostengruppen und Bauteile müssten solche Kriterienkataloge vorab bekannt gemacht werden. Auf welcher Detaillierungstiefe muss man sich das vorstellen?

#### **ANTWORT (Team Prof. Franke):**

Da es sich bei der Berücksichtigung von Lebenszykluskosten um ein zulässiges und von der VOB/A ausdrücklich vorgesehene Zuschlagskriterium handelt, kann ohne Weiteres bereits im Architektenwettbewerb die Lebenszyklusorientierung als Vorgabe festgeschrieben werden. Gleiches gilt selbstverständlich in einem PPP-Verfahren. Soweit dies aus tatsächlichen Gründen möglich ist, kann auch eine Liste strategischer Bauteile als lebenszyklusrelevant vorab erstellt werden und die Beteiligten an einem PPP-Verfahren bzw. an einem Architektenwettbewerb zur Beachtung dieser Vorgaben angehalten werden.

Die zur Prüfung der Lebenszykluskostenrelevanz des jeweiligen Entwurfes zu verwendende Wertungsmatrix wäre selbstverständlich den Teilnehmern mit den Auslobungsunterlagen zu übermitteln. Zur Frage der Detaillierungstiefe eines solchen Kriterienkataloges ist generell zu antworten, dass der bekannt gemachte Katalog die gleiche Detaillierungstiefe haben muss, wie der später anzuwendende. Da in einem Architektenwettbewerb regelmäßig nur bestimmte, grobe Parameter der Lebenszykluskosten beurteilt werden können, kann freilich die Detaillierungstiefe eines solchen Kriterienkata-

loges längst nicht die Tiefe haben, die bei der Bauwerksausschreibung zu erwarten ist. Daher kann von einem Bauherren auch nicht mehr als eine Grobbeurteilung verlangt werden.

So kann sicherlich etwa bei der Planung der Beleuchtungsanlagen die Serviceintensität beurteilt werden. Bei Aufzügen wiederum hängt die Kostenintensität nicht geringfügig von dem eingebauten Modell ab. Daher dürfte es hier schwerfallen, detaillierte Berechnungen anzustellen. An dieser Stelle dürfte es reichen, den Architekten später zu verpflichten, bei der Auswahl der Bieter die dann vorgegebenen lebenszykluskostenorientierten Parameter anzuwenden. Bei der Planerauswahl dürften Grobkriterien wie „Serviceintensität“, „durchschnittliche Reparaturanfälligkeit der angebotenen Lösung“ und „durchschnittliche Energieintensität“ der angebotenen Lösung hinreichende Kriterien sein, um das Ergebnis des Architektenwettbewerbs zugunsten einer lebenszykluskostenorientierten Lösung zu beeinflussen.

**FRAGE 2 (IPS-Forschungsteam):**

Ist die projektbezogene Erarbeitung eines Relevanzbaumes nach DIN 276 Kostengruppen mit einer zugeordneten Bewertung nach dem Relevanz-Index als Ergebnis von beauftragten Planern geeignet, um die Eingrenzung von lebenszyklusorientierten Ausschreibungen zu begründen?

**ANTWORT (Team Prof. Franke):**

Frage 2 verstehen wir dahin, dass damit gefragt wird, ob die mit der lebenszyklusorientierten Ausschreibung einhergehende Wettbewerbslenkung (Wettbewerbsvorteil für lebenszykluskostenorientierte Anbieter) durch das Relevanz-Baum-Modell gerechtfertigt ist. Hier ist auf die obigen Ausführungen zu verweisen. Die Berücksichtigung von Folgekosten bei einer Bauausschreibung ist in der VOB/A ausdrücklich vorgesehen und von der Bundesregierung durch verschiedene Erlasse angeordnet. Es handelt sich auch um ein ausschließlich angebotsbezogenes Wertungskriterium. Der sachliche Grund für die Berücksichtigung von Lebenszykluskosten ist auch gegeben. Die konkrete Methode ist, wie bereits dargelegt, durch Daten und Erfahrungswerte hinreichend abgesichert, sodass der Vorwurf der Willkür nicht geltend gemacht werden könnte. Daher ist die Lenkung des Wettbewerbs in die Richtung des Bauherrenwillens unter allen Umständen zulässig.

**FRAGE 3 (IPS-Forschungsteam):**

D.h. umgekehrt, dass nach unseren Erfahrungen nahezu alle Ausschreibungen innerhalb einer Baumaßnahme nach traditionellen Regularien ablaufen – also nicht lebenszyklusorientiert!

Könnten Firmen, die nicht im LZ-Modell abgefragt werden (oder umgekehrt), daraus eine Benachteiligung ableiten?

**ANTWORT (Team Prof. Franke):**

In der Tat ist festzustellen, dass solche Unternehmen, die im Angebotspreis regelmäßig teurer, jedoch bei den Folgekosten deutliche Vorteile aufweisen, benachteiligt sind bei "konventionellen" Ausschreibungen und umgekehrt solche Firmen, die im Angebotspreis günstig anbieten, jedoch Folgekosten nicht beachten, bei lebenszykluskostenorientierten Ausschreibungen wettbewerbliche Nachteile verzeichnen müssen. Da die Berücksichtigung von Lebenszykluskosten jedoch im Ermessen des Auftraggebers liegt, sind die aus einer Berücksichtigung oder Nichtberücksichtigung dieses Umstandes resultierenden Wettbewerbs Nach- bzw. Vorteile nicht rechtswidrig. Dem Auftraggeber steht es hier frei, seinen Bedarf zu formulieren und dadurch - indirekt - Einfluss auf den Wettbewerb zu nehmen.

**FRAGE 4 (IPS-Forschungsteam):**

Die vorgestellte Methode des Relevanzbaum-Verfahrens beruht auf teilw. subjektiven Bewertungen. Die ermittelten Indexzahlen sind letztlich ein Ermessen von den beteiligten Planern und Entscheidern. Es hat damit eine ähnliche methodische Qualität wie Verfahren der Zertifizierung z.B. nach DGNB oder LEED. Können daraus Rechtsstreitigkeiten erwachsen?

**ANTWORT (Team Prof. Franke):**

Die Berücksichtigung von Lebenszykluskosten durch die oben aufgezeigte Methode findet auf der vierten Wertungsstufe statt. Abgesehen von der Beurteilung des Angebotspreises hat der Auftraggeber hier stets ein weites Ermessen, wie er weitere Zuschlagskriterien bewerten möchte. Die Grenzen seines Ermessens überschreitet er nur dann, wenn er seine Entscheidung aufgrund sachlich falscher oder sachfremder Erwägungen trifft. Wie schon im Rahmen unserer Besprechung im Januar dargelegt, bietet die vorhandene Daten- und Erfahrungsbasis hinreichend Grundlage für die Anwendung des beschriebenen Verfahrens. Dass die ermittelten Indexzahlen letztlich auf einem Ermessen der beteiligten Entscheider beruhen, kann daher die Rechtmäßigkeit des Vorgehens nicht einschränken. Im Gegenteil ist es Wesen der Erstellung einer Wertungsmatrix, dass die Festlegung der Gewichtung im Wesentlichen auf der Ermessensentscheidung der verantwortlichen Personen beruht.

## **12.2 STUFE 2 - Einbeziehung von Marktpartnern in den Informationsprozess der Planungstätigkeit**

### **12.2.1 Beschreibung der STUFE 2**

Die Festlegung von Entwurfsstrategien, besonders im Hinblick auf angestrebte hohe Nutzbarkeit und Energie- und Ökoeffizienz, erfordert ständige Aktualisierungen von Marktkenntnissen bei Planern und Entscheidern. Das gilt in zunehmendem Maße für innovative Systeme und Produkte. Wenn dieses Wissen im Projektablauf zu spät einfließt, hat es nur noch selten eine angemessene Chance Nutzen zu stiften.

#### **Marktwissen über Lebenszyklus-Eigenschaften**

Nach der Durchmusterung von bestehenden Gebäuden oder Entwürfen nach dem Relevanzbaumverfahren geht es in der weiteren Bearbeitung um die Spiegelung dieses „Bauteil-Wissens“ in die Möglichkeiten des Marktes, d.h. bauteilbezogen müssen geeignete Produkte gesucht werden. Bis heute ist der Markt allerdings wenig darauf vorbereitet (Abb. 5). Es gibt kaum Hersteller von Produkten, die Effizienzvorteile für Bauherren, Planer und Betreiber Planungsgerecht im Lebenszyklusansatz gut dokumentieren und kommunizieren. Für die weitere Marktentwicklung geht es hier um Herausforderungen für alle Produkthanbieter. Aus Herstellersicht geht es vor allen Dingen um folgende Ausrichtungen für Marketing und Vertrieb:

- Produkteigenschaften/Produktmerkmale müssen unterschieden sein nach Nutzeranforderungen und Betreiberanforderungen
- Lebenszyklusorientierte Standards für die Dokumentation nachhaltiger Produkte (Vorteilhaftigkeit in Nutzung und Betrieb, ökologische Vorteilhaftigkeit, Energieeffizienz, u. dgl.)

Die Aufbereitung des Anbieterwissens in der Ausrichtung auf Lebenszykluskosten und nachhaltige Qualitäten hat ein Gegenstück. Das ist die Bereitschaft bei Bauherren, Betreibern und den von ihnen beauftragten Planern (Architekten, Beratende Ingenieure) erfolgskritisches Anforderungswissen an Produkte zu formulieren und ggf. in Standards für Beschaffungsprozesse festzulegen. Dazu gehört auch die Bereitschaft der Beteiligten an Beschaffungsprozessen vor den eigentlichen Ausschreibungen das Marktpotenzial bereits in frühen Entwurfsphasen und im Laufe der Ausführungsplanung zu erkunden und zu berücksichtigen:

Bei der Recherche von Marktverfügbarkeit geeigneter, insbesondere innovativer Produkte und Systeme sind Rückkopplungen zu STUFE 1 möglich:

- Firmen bieten innovative Produkte an, deren Effizienzvorteile bei den nachfragenden Akteuren Planungskonzepte in den Anfängen mitbestimmen bzw. bestehende Konzepte neu ausrichten.

- Erfahrungen über den Einsatz von Produkten und Systemen bei Anwendern, die sich nicht bewährt haben.
- Eine konsequente Ausrichtung aller Beteiligten der baubezogenen Wertschöpfungskette ist ein zentrales Anliegen unseres Forschungsprojektes.

### **Risikoanalysen**

Positive und negative Formen eines solchen Feedbacks können methodisch unterstützt werden durch Risikoanalysen. Zu beachten sind:

- Unsicherheit über ermittelte Amortisationen, wenn gegenüber Standardkosten mehr Kosten bei der Investition erforderlich sind.
- Mängelrisiken durch Anwendung von Produkten und Verfahren, mit wenig Referenzen / Erfahrungen.
- Risiken der Marktverfügbarkeit, wenn z.B. Innovationen als „Flops“ unmittelbar nach Markteinführung zurückgezogen werden.

### **12.2.2 Bisherige Erfahrungen zu STUFE 2**

Das Autorenteam hat in vielen lebenszyklusorientierten Projekten Planungs- und Ausschreibungsinhalte mit Marktanalysen verbunden. Dabei ging es um die Suche nach effizienten Lösungen, insbesondere Systemlösungen und Produktangebote. Unser Leitmotiv war das Interesse an nutzungsbezogener Effektivität und betriebsbezogener Effizienz. Bestätigt durch die Zusammenarbeit mit den industriellen Forschungspartnern stellen wir fest, dass sowohl industrielle aber auch handwerkliche Ausführungspartner und Produkthanbieter in allen Marktgrößenordnungen über ein Wissenspotenzial verfügen, dass in der üblichen Planerwelt durchgängig nicht präsent ist:

Die angesprochenen und einbezogenen Firmen waren oft überrascht über unser Interesse. Eine fast durchgängige Reaktion war aber auch der Hinweis, dass die übliche Verkaufspraxis anders aussieht.

Einbezogene Firmen und die Kommunikation über erfolgversprechende Systeme und Produkte erwies sich immer dann als besonders zielführend, wenn auch Vertreter der Anwendungstechnik und in Spezialfragen auch Produktentwickler hinzukamen.

Die beteiligten Forschungspartner bestätigten aber auch die von uns immer wieder beobachtete Negativ-Anpassung bei den betriebsrelevanten Dokumenten, die von Firmen angeboten werden. Der Lebenszyklusansatz, der oft in einzelnen Produkten als erfolgskritisch erkannt wurde, spiegelte sich gar nicht oder nur unzulänglich in Verkaufsprospekten und Firmendarstellungen.

Die beschriebene marktorientierte Dialogform der Lösungssuche wird von allen Beteiligten des Forschungsvorhabens, besonders von den Industriepartnern WILO AG, GEZE GmbH, YIT als erfolgskritisch für eine lebenszyklusorientierte Ausschreibung und Vergabepaxis angesehen.

### **12.2.3 Juristische Hinweise zu STUFE 2**

#### **FRAGE 5 (IPS-Forschungsteam):**

In welchem Umfang können Firmen ihre Produkte mit lebenszyklusorientierten Berechnungen und Qualitätsbewertungen im Rahmen ihrer Werbemaßnahmen darstellen? Das betrifft insbesondere Recheninstrumente (FRAGE 6) und Bewertungen auf der Basis von Nutzwertanalysen.

#### **ANTWORT (Team Prof. Franke):**

Dies ist keine vergaberechtliche oder vertragsrechtliche Frage, die den Auftraggeber berührt. Im Rahmen von Werbemaßnahmen können Unternehmen viele Aussagen treffen; dies auch ohne, dass die Aussage fundiert und belastbar ist. Sind die Aussagen zudem noch durch zuverlässige Berechnungen fundiert, kann damit selbstverständlich ohne Weiteres geworben werden.

#### **FRAGE 6 (IPS-Forschungsteam):**

Z.B. von den Firmen WILO und AL-KO können im Internet Rechenmodelle zur Ermittlung von Lebenszykluskosten heruntergeladen und angewendet werden. Was folgt daraus, wenn Planer diese Instrumente anwenden und aufgrund der ermittelten Ergebnisse Lebenszyklusberechnungen bei Angebotsauswertungen durchführen. Sind dann diese Ergebnisse für die darauf gegründete Vergabeempfehlung juristisch haltbar?

#### **ANTWORT (Team Prof. Franke):**

Die Verwendung von Rechenmodellen bestimmter Firmen bzw. deren unkritische Übernahme in den Wertungsvorgang des Auftraggebers ist vergaberechtlich aus zwei Gründen problematisch. Zum einen müsste der Auftraggeber sich vor Übernahme solcher Rechenmodelle im Einzelnen davon überzeugen, dass die dort durchgeführten Rechenprozesse - wie das im Rahmen dieser Untersuchung entwickelte Modell – eine zuverlässige Prognose aufgrund einer hinreichenden Datenbasis überhaupt zulässt. Nur wenn ein solches Modell eine willkürfreie Auswahl grundsätzlich zulässt, darf es auch angewandt werden.

Ein zweites Problem wird sein, dass die Rechenmodelle von privaten Unternehmen, die wettbewerblich agieren, zur Verfügung gestellt werden. Hier besteht nach allgemeiner Lebenserfahrung eine gewisse Wahrscheinlichkeit, dass die Produkte des jeweili-

gen Wettbewerbers bei der angewandten Rechenmethode einen Vorteil haben. Diese Annahme wäre auch im Rahmen der Analyse der Rechenprozesse zu widerlegen.

Da aber dem Auftraggeber in der Regel nicht möglich sein wird, die einzelnen Berechnungsschritte des Rechenprogramms nachzuvollziehen, kann er die vorgenannten Überprüfungen regelmäßig nicht durchführen. In diesem Fall wäre eine Anwendung dieser Programme vergaberechtlich höchst bedenklich.

**FRAGE 7 (IPS-Forschungsteam):**

Was geschieht, wenn Firmen eigene Produkte und Lösungsansätze mit anderen Technologien im Hinblick auf Vorteilhaftigkeit vergleichen? Beispiel: Ein Anbieter der Raumautomation vergleicht seine Lösungen mit ähnlichen Technologien wie LON oder EIB und stellt fest, dass er insgesamt mit seinen Produkten und Systemen wirtschaftlichere Lösungen erzielen kann (ohne Überprüfung dieser Aussagen durch ein neutrales Institut!). Kann eine solche Außendarstellung ohne Geschäftsschädigung überhaupt erfolgen?

**ANTWORT (Team Prof. Franke):**

Hier wird im Wesentlichen danach gefragt, ob vergleichende Werbung zulässig ist. Dazu ist Grundsätzliches zu sagen: vergleichende Werbung ist nach § 6 UWG grundsätzlich zulässig, aber nur, wenn bestimmte Voraussetzungen eingehalten werden. Das sind:

- Ein Vergleich darf nicht irreführend sein.
- Die Ware/Dienstleistung muss vergleichbar sein, d.h., sie muss auf den gleichen Bedarf oder dieselbe Zweckbestimmung beziehen. Also kein "Vergleich von Äpfeln mit Birnen".
- Der Vergleich muss objektiv sein und sich auf wesentliche, relevante, nachprüf- bare und typische Eigenschaften oder auf den Preis beziehen.
- Der Vergleich darf nicht zu Verwechslungen zwischen dem werbenden und ei- nem Mitbewerber oder dessen Waren/Dienstleistungen führen.
- Die Wertschätzung des von einem Mitbewerber verwendeten Kennzeichens darf nicht in unlauterer Weise ausgenutzt oder beeinträchtigt werden.
- Der Mitbewerber und das, worauf sich der Vergleich bezieht, darf durch den Vergleich nicht herabgesetzt oder verunglimpft werden.
- Der Vergleich darf sich nicht auf Imitationen oder Nachahmungen einer Ware oder Dienstleistung mit geschützter Marke oder geschütztem Handelsnamen beziehen.
- Grundsätzlich ist es einem Wettbewerber also erlaubt, werbend auf Kostenvor- teile im Rahmen des Betriebs seines Produktes im Vergleich zu anderen, be- stimmten Produkten hinzuweisen, wenn er diese Behauptung entsprechend un-

terlegen kann. Letztlich ist aber jede vergleichende Werbung im Einzelfall auf die Einhaltung o.g. Kriterien zu prüfen.

**FRAGE 8 (IPS-Forschungsteam):**

Was geschieht, wenn auf dieser Grundlage ein Beratungsunternehmen, z.B. ein Ingenieurbüro, diese Darstellungen verwendet, um eine Entwurfsstrategie zu begründen?

**ANTWORT (Team Prof. Franke):**

Beruft sich ein Ingenieurbüro zur Begründung seiner Planung bzw. zum Nachweis der Lebenszykluskostenorientierung seiner Planung auf Herstellerberechnungen, so sind hieran freilich höhere Anforderungen zu stellen als im Rahmen einer Werbeaussage. Ein Ingenieurbüro müsste in diesem Fall nachweisen, dass die Berechnungsmodelle des Herstellerunternehmens fundiert und aussagekräftig sind, also auf einer hinreichenden Datenbasis beruhen und die Rechenwege und -methoden zu einer zulässigen, realistischen Prognose der Lebenszykluskosten geeignet sind.

**FRAGE 9 (IPS-Forschungsteam):**

Was geschieht, wenn im Zuge der Verfolgung einer Entwurfsstrategie hinaus der Vergleich von technologischen Alternativen in entsprechend fokussierte Ausschreibungen einmündet (wenn z.B. eine LON-Lösung oder eine EIB-Lösung ausgeschlossen werden)?

ANMERKUNG: Das ist nach unserer Erfahrung eine übliche Praxis. Der Planer hat selber die technologische Ausrichtung in einer Entwurfsstrategie zu verantworten!

**ANTWORT (Team Prof. Franke):**

Diese Frage wäre aus vergaberechtlicher Sicht in folgender Weise umzuformulieren:

"Kann der Auftraggeber sich für eine bestimmte technische Lösung entscheiden und diese ausschreiben, oder muss er technologieoffen, also funktional, ausschreiben?"

Diese Frage ist eindeutig zu beantworten. Der Auftraggeber hat es in der Hand, seinen Bedarf nach seinen Bedürfnissen festzulegen. Kommt es ihm lediglich auf das Ergebnis an, so darf er dementsprechend funktional ausschreiben. Möchte er aber eine bestimmte technische Lösung verwirklicht wissen, so kann er auch diese spezielle technische Lösung ausschreiben und das Angebot eines dieser technischen Lösung entsprechenden Produktes fordern.

Gewissen Beschränkungen unterliegt dieser Grundsatz nur dann, wenn eine bestimmte technische Lösung nur von einem einzigen Wettbewerber angeboten werden kann. In diesem Fall würde die Entscheidung für eine bestimmte technische Lösung gleichzeitig die Entscheidung für einen bestimmten Wettbewerber bedeuten. Dann kann der Auftraggeber diese bestimmte technische Lösung nur fordern, wenn es hierfür sachliche Gründe gibt, die dieses Vorgehen rechtfertigen. Diese sachlichen Gründe werden

regelmäßig technischer Art sein, Kostenvorteile sind aber auch denkbar. Dies zumindest dann, wenn die Kostenvorteile von erheblichem Gewicht sind.

**FRAGE 10 (IPS-Forschungsteam):**

Wenn in einem effizienzorientierten Ausschreibungs- und Vergabeprozess in engen Dialogen mit ausgewählten Firmen zusammengearbeitet wird und wenn anschließend deren Produkte auch in dem folgenden Ausschreibungs- und Vergabeverfahren tatsächlich zu einer positiven Beschaffungsentscheidung führen, bestehen dann für die im Wettbewerb unterlegenen Parteien Begründungen für Wettbewerbsbenachteiligung?

**ANTWORT (Team Prof. Franke):**

Ausgewählten Firmen wird die Möglichkeit eingeräumt, durch Dialog mit dem Auftraggeber auf die Gestaltung der Vergabeunterlagen Einfluss zu nehmen. Diese Einflussnahme führt letztlich dazu, dass das Produkt eines der ausgewählten Unternehmer einen Wettbewerbsvorteil erlangt und diese schließlich zu einer entsprechenden Beauftragung führt.

Hier sind zwei Fälle zu unterscheiden: Handelt es sich um einen Lieferanten, der nicht unmittelbar als Bieter an dem Vergabeverfahren teilnimmt, so ist der Auftraggeber (nur) dem Vorwurf mangelnder Produktneutralität ausgesetzt. Eine derartige mangelnde Produktneutralität kann aus sachlichen Gründen gerechtfertigt sein. Wenn die Vorgaben zur Produktbeschreibung bzw. zur Leistungsbeschreibung ausschließlich der Lebenszykluskostenorientierung dienen, so kann eine derartige Verletzung der Produktneutralität gerechtfertigt sein. Taktisch klug wäre es, wenn der Auftraggeber auf den faktischen Wettbewerbsvorteil bestimmter Produkte von Anfang an hinweist, damit alle Bieter die Möglichkeit haben, die entsprechenden Produkte anzubieten.

Problematisch ist es jedoch, wenn das Unternehmen, das auf die Gestaltung der Ausschreibungsunterlagen Einfluss genommen hat, selbst als Bieter oder als echter Nachunternehmer eines Bieters im Vergabeverfahren auftritt. Dann besteht die Gefahr, dass das betreffende Unternehmen nach § 4 Abs. 5 VgV im schlimmsten Fall von der Teilnahme am Vergabeverfahren ausgeschlossen werden muss, um eine Verletzung des Gleichheitsgrundsatzes im Übrigen zu verhindern. Welche Maßnahme im Einzelfall angemessen ist, um eine Verletzung des Gleichheitsgrundsatzes auszuschließen, hängt vom Einzelfall ab.

## **12.3 STUFE 3 - Koppelung von Gebäude-Performance und Bauteil-Performance zur Bewertung der Nachhaltigkeit**

### **12.3.1 Beschreibung der STUFE 3**

Im Marktgeschehen sind derzeit verschiedene internationale und nationale Zertifizierungssysteme in Gebrauch bzw. in der Einführung. Aufgrund ihrer herausragenden Bedeutung im deutschsprachigen Marktgeschehen werden zwei Zertifizierungssysteme genauer betrachtet: Zertifizierung nach BNB- und DGNB-Standard.

Werden projektbezogen diese Zertifizierungen angestrebt, resultieren daraus differenzierte Zielsysteme für alle projektbeteiligten. Sie werden von Bauherren / Investoren den beteiligten Akteuren, insbesondere den Verfassern von Plänen und Entwürfen auferlegt. In der Folge ändert sich das gesamte Planungs- und Entwurfsgeschehen in allen Planungs- und Bauphasen.

Als neues Endglied dieser Kette werden Zertifizierungsziele / Performanceziele nach der Inbetriebnahme gemäß zuvor festgelegten Mess- / Prüf- / Evaluierungsverfahren überprüft. Abhängig von der Verbindlichkeit ursprünglicher Ziele resultieren daraus auch rechtswirksame Folgen.

Im Unterschied zum traditionellen Planen und Bauen werden Performance-Ziele lebenszyklusorientiert definiert, in einer systematischen Form dargestellt und von Anfang an mit Prüfverfahren verbunden, die in definierten Prüfschritten und zeitlichen Prüfpunkten festgelegt werden.

Im Unterschied zur bislang üblichen Ausrichtung auf die Werkerfüllung (zugesicherte Eigenschaften, Mängelfreiheit) verändert sich dadurch die Erfolgsdefinition des geschuldeten Werkes auf lebenszyklusbezogene Performance-Erfüllung. In der folgenden Übersicht der Hauptkriterien des Zielsystems nach BNB /DGNB sind auch die Forderungen und Bewertungsgrößen der Energieeffizienz im EU-Programm GreenBuilding (innerhalb der Kategorie Lebenszykluskosten) enthalten.

### **FORSCHUNGSAUFGABE:**

Die Ziele von Zertifizierungssystemen und Evaluierungen betreffen Immobilien / Gebäude als Ganzes. Sowohl im Entwurfsprozess als auch im folgenden Ausschreibungs- und Vergabeprozess müssen diese Gesamtziele auf alle systemtechnischen Ebenen runter gebrochen werden. Das ist nicht nur erforderlich, weil Bauwerke Systeme mit verschiedenen Hierarchieebenen sind. Bauwerke sind immer auch zu verstehen als Konglomerate aus Systemen und Produkten, die durch Marktverfügbarkeit definiert werden. Zu untersuchen sind für Strategische Bauteile und Produkte, wie deren Bau-

teil-Performance / Produkt- Performance zur Gesamtpformance der Bauwerke beiträgt<sup>180</sup>:

**Bauteil- /produktabhängige Ökologische Qualität**

Wirkung auf die Umwelt  
Ressourceninanspruchnahme

**Bauteil- /produktabhängige Ökonomische Qualität**

Lebenszykluskosten  
Wertentwicklung

**Bauteil- /produktabhängige Soziokulturelle und funktionale Qualität**

Gesundheit, Behaglichkeit, Nutzerzufriedenheit  
Funktionalität  
Gestalterische Qualität

**Bauteil- /produktabhängige Technische Qualität**

Qualität der Technischen Ausführung

**Bauteil- /produktabhängige Prozessqualität**

Qualität der Planung  
Qualität der Bauausführung

Die beschriebenen Zieldefinitionen werden systemtechnisch in einem Top-down-Verfahren bis in planerische und ausführungsbezogene Details verfolgt. Umgekehrt wird aus der Marktsicht eine produktbezogene / lieferantenbezogene Bottom-Up-Verfahrensweise verfolgt.

In der beschriebenen Bottom-Up-Betrachtung sind Entwurfslösungen und schließlich realisierte Gebäude Konfigurationen aus Produkten bzw. Systemen, die durch Marktanbieter bereitgestellt, geliefert und i.d.R. durch ausführende Firmen in Bauwerke eingebracht werden. In der beschriebenen lebenszyklusorientierten Vorgehensweise müssen insbesondere für Strategische Kostengruppen / Anlagen / Konstruktionen / Bauteile spezifische Bewertungssysteme für die Auswahl und anschließende Erfolgsprüfung festgelegt werden. Die folgende Darstellung ist das Ergebnis einer Entwicklung, die der Autor zusammen mit Industriepartnern Ende der 90er Jahre entwickelt hat und aktuell in Ausschreibungsprozessen anwendet. Das Bewertungssystem ist 3-stufig: Hauptkriterien / Unterkriterien / Indikatoren.

---

<sup>180</sup> Vgl. grundlegende Gedanken zur Aufgabenstellung der Nachhaltigkeit im Bauen in Sobek (2007)

Durch alle Stufen hindurch sind unterschiedliche Wichtungen möglich. Bewertungen nach Schulnoten oder anderen Skalierungen (z.B. 10-Punktesystem) wurden ausschließlich auf der Indikatorebene durchgeführt. Die Hauptkategorien entsprechen den BNB-/ DGNB-Kriteriengruppen. Die bauteilorientierte Festlegung von Kriterien ist projektabhängig, zumindest spezifisch für Anwendungsfälle. Der Zusammenhang mit den Kriterienkatalogen des BNB / DGNB ist eine aktuelle Forschungs- und Entwicklungsaufgabe.

### **HAUPTKRITERIUM 1 – Ökologische Qualität**

Die ökologische Qualität steht im Zentrum aller Zertifizierungssysteme, die sich in nationalen Institutionen des World Green Building Council gebildet haben. Im Kriteriensteckbrief des DGNB/BNB für die ökologische Qualität geht es um die Kriteriengruppen „Wirkungen auf die globale und lokale Umwelt“ (anlagenbezogene Emissionen<sup>181</sup>) insbesondere CO<sub>2</sub>-Belastungen) und die Kriteriengruppe „Ressourcen Inanspruchnahme und Abfallaufkommen“ (v.a. Primärenergiebedarf, Frischwasserverbrauch, Flächeninanspruchnahme). Unterkriterien orientieren sich am System der Environmental Product Declarations EPDs auf Basis der internationalen Norm DIN ISO 14025. Für Baustoffe haben sich in Deutschland dafür umfangreiche technologiespezifische Regularien etabliert (Institut Bauen und Umwelt e.V.) Für haustechnische Produkte steht eine ähnliche Entwicklung noch an.

Die Bewertung des Primärenergiebedarfs erfolgt im DGNB-System nach den Unterkriterien „Primärenergiebedarf nicht erneuerbar Energie (PEne)“ und „Primärenergiebedarf erneuerbar Energie (PEe)“. Da diese Energiekategorien auch Grundlage für die Ermittlung energetischer Lebenszykluskosten sind, lässt sich von der energetischen Bewertung auf der Bauteilebene ein Bewertungszusammenhang für die Energieeffizienz des Gesamtgebäudes darstellen. Dies ist für die weitere Entwicklung des Kriteriensystems in den Folgen durchgeführter Zertifizierungen zu beachten.

### **HAUPTKRITERIUM 2 – Lebenszykluskosten**

Eine methodische Voraussetzung für bauteilbezogene Lebenszykluskostenermittlungen sind bauteilspezifische bzw. technologiespezifische Berechnungsmodelle, die quer durch alle Kostengruppen eines Bauwerkes ein breites Spektrum unterschiedlichster Faktoren und Kostentreiber aufweisen. Nur auf einer hohen Aggregationsstufe zeigen sich einheitliche Erfassungsmuster, die insbesondere nach der DIN 18960 gegliedert werden können.

Für Strategische Kostengruppen und Strategische Bauteile erfolgt die detaillierte Ermittlung von Lebenszykluskosten nach dem oben erklärten Relevanzbaum. Z.B. für

---

<sup>181</sup> Es geht um die Wirkungen auf die Umwelt im kompletten Lebenszyklus (Herstellung Errichtung, Nutzung usw.) für komplette Gebäude.

Aufzüge, Lüftungsanlagen oder Bauteile wie Bodenbeläge, Türen und Pumpen können in jeweils eigenständigen Rechenmodellen Lebenszykluskosten innerhalb der Nutzungsdauer und für Erneuerungen dieser Objekte errechnet werden.

### **HAUPTKRITERIUM 3 – Technische Qualitäten**

Erfahrungsgemäß ist diese Kategorie vor allem bei der Differenzierung von Indikatoren die mächtigste Bewertungsgruppe. Hier spiegeln sich technologiespezifische Eigenschaften und Verfahren.

### **HAUPTKRITERIUM 4 – Synergien mit anderen Bauteilen**

Diese Bewertungskategorie ist nur für Subsysteme und Bauteile erforderlich, besonders wenn von üblichen Standards abgewichen wird.

### **HAUPTKRITERIUM 5 – Prozesse in der Planungs- und Errichtungsphase**

Diese Kategorie ist enthalten (weitgehend deckungsgleich) in der Hauptkategorie des BNB- / DGNB-Systems „Prozessqualität“.

Bei der Differenzierung dieses Hauptkriteriums nach bauteilspezifischen Unterkriterien können aber die BNB-/ DGNB-Unterkriterien nur als grobe Orientierung dienen. Besonders mit der notwendigen technologischen Differenzierung auf der Bauteilebene Indikatoren entstehen je Kostengruppe spezifische Kriterien- und Indikatorenlisten. So zeigen sich im Vergleich von Produktions- und Logistikprozessen von Wettbewerbsteilnehmern immer wieder erfolgskritische Unterschiede. Z.B. können allein durch Gewichtsunterschiede für angelieferte Produkte erhebliche Unterschiede bei Transportkosten und Lieferzeiten wesentlich in die Bewertung einfließen.

### **HAUPTKRITERIUM 6 – Prozessqualitäten des Betriebens**

Auch diese Kategorie ist enthalten in der Hauptkategorie des BNB-/ DGNB-Systems „Prozessqualität“, allerdings nur mit Korrespondenz zu dem BNB-/ DGNB-Unterkriterium „Voraussetzungen für eine optimale Nutzung und Bewirtschaftung“.

ANMERKUNG: In der weiteren Entwicklung des BNB-/ DGNB-Systems müssen Unterschiede zwischen dem rein technischen Betreiben (vgl. DIN 32541) und dem auf kaufmännische Prozesse abzielenden Bewirtschaften (vgl. II BV und Betriebskostenverordnung BertkV) herausgearbeitet werden.

Das Hauptkriterium 6 wird immer dann wichtig, wenn Produkte und Anlagen durch Einbindung in Systeme der Informationstechnik oder Gebäudeautomation vorteilhafte Eigenschaften bei der Datenerfassung und -verfolgung und einer damit verbundenen laufenden Betriebsoptimierung haben.

### **HAUPTKRITERIUM 7 – Langzeitverantwortung**

Langzeitverantwortung ist unmittelbar für die Festlegung von Lieferverträgen bzw. Bauverträgen von erheblicher Bedeutung. Diese Kategorie wird deswegen i.d.R. nur auf bauliche Subsysteme und Bauteile, aber nicht für eine gesamte Immobilie / ein gesamtes Bauwerk anwendbar sein.

Wenn man die in Ausschreibungen und Vergabeprozessen unvermeidbaren Unsicherheiten und Rechenungenauigkeiten in der Lebenszyklusperspektive von mehreren Jahrzehnten bewerten will, dann hat dies für alle Vertragspartner bekanntlich außerordentliche Konsequenzen im Akzeptieren eingegangener Risiken (vgl. STUFE 4). Eine Risikoentlastung kann durch das Unternehmenspotenzial der Produkthanbieter durch Verlängerung von

- Gewährleistungsfristen und durch Garantien ermöglicht werden:
- Verlängerung von Gewährleistungen:  
Ausführende Firmen erklären sich bereit, die nach BGB bzw. VOB geregelten Gewährleistungsfristen zu verlängern.

Noch vor wenigen Jahren hatten Produkthanbieter von OEM-Produkten lediglich Garantiefristen von 6 Monaten. Bei Produkten für Endverbraucher hat der Gesetzgeber die zuvor einjährige Frist auf 2 Jahre verlängert. Aktuell bietet der Handel, besonders bei Elektronikprodukten, eine Verlängerung auf 3-5 Jahre an. Dieser Trend ist von großer Bedeutung für das Lebenszyklus Management. Für baubezogene Produkte ist die Verlängerung von Garantien für zugesicherte Eigenschaften auf 10 und mehr Jahre ein beschaffungsstrategisches Element geworden. Folgende Beispiele sind allerdings immer noch Ausnahmen:

- Der Anbieter PREFA von Aluminiumschindeln für Dächer und Fassaden bietet eine Garantie über 40 Jahre (diese außergewöhnlich lange Garantiezeit musste vor Gericht erstritten werden)
- Freudenberg bietet für bestimmte Kautschukböden und zugesicherte Eigenschaften Garantien bis zu 25 Jahren.
- Die Firma WILO AG bietet für Umwälzpumpen in Verbindung mit Handwerkerunternehmen eine Handwerkergarantie über 5 Jahre.

### **Entwurfs- und Optimierungsstrategien**

Wenn Zielsysteme, wie sie zuvor beschrieben wurden, Grundlage für die Beauftragung von Architekten und Beratenden Ingenieuren werden, ist deren Umsetzung immer eine komplexe und mit kreativen Leistungen verbundene Aufgabe. Die Erfüllung der über 60 Kriteriensteckbriefe des BNB / DGNB mit jeweils unterschiedlichen Einzelanforderungen lassen sich daher nicht immer 1:1 an Entwurfsmerkmalen fest machen. Insbesondere sind angestrebte hohe Energieeffizienzwerte immer ein Ergebnis des vernetzten Zusammenspiels von Entwurfs-, Konstruktions- und Bauteilparametern bzw. von aus-

gewählten marktverfügbaren Systemen und Produkten. D.h. Bewertungen sind immer erst am Ende bestimmter Entwurfsprozesse und damit verbundener Planungsentscheidungen möglich. Folgende Regeln sind zu beachten:

- Festlegung von Zielsystemen in verbindlicher Form zwischen Bauherr / Investor und den beteiligten Akteuren im Planungs- und Beschaffungsprozess.
- Festlegen von Prüfinhalten und definierten zeitlichen Prüfpunkten in Form eines projektorientierten Evaluierungsplans
- Festlegen von Bonus-Malus-Regelungen als Folge der Evaluierungen
- Festlegen von Optimierungsmethoden und –instrumenten und deren Einsatz im Evaluierungsplan.

### **12.3.2 Bisherige Erfahrungen zu STUFE 3**

Green-Building-Zertifikate durch die EU gibt es in Deutschland seit 2008, Zertifizierungen durch den DGNB seit Januar 2009. Das BNB System befindet sich seit Ende 2009 in der Pilotierung.<sup>182</sup>

Es ist aufgrund der vorliegenden Erfahrungen anzunehmen, dass sowohl im Hinblick auf die Einhaltung von Projektterminen als auch im Hinblick auf entstehende Investitionskosten Probleme bei Investoren und Bauherren auftreten werden. Umgekehrt könnten Projektbeteiligte aus zusätzlichen Auflagen Behinderungen geltend machen.

#### **FORSCHUNGSAUFGABE:**

Eine Koppelung des im Rahmen der vorliegenden Forschungsarbeit vorgestellten Evaluierungssystems für nachhaltige Qualitäten auf der Bauteilebene mit den BNB-/DGNB-Kriterien-Steckbriefen ist erforderlich, um Entwurfsentscheidungen mit Auswahlentscheidungen von Produkten durchgängig in einer lebenszyklusorientierten Projektmethodik zu vereinheitlichen.

### **12.3.3 Juristische Hinweise zu STUFE 3**

#### **FRAGE 11 (IPS-Forschungsteam):**

Welchen Status muss ein Zertifizierungsurteil (z.B. durch DGNB oder LEED) haben, um anschließend bei einer Infragestellung auch vor Gericht bestehen zu können?

#### **ANTWORT (Team Prof. Franke):**

Hinsichtlich der Zertifikate von DGNB und LEED ist vorab festzustellen, dass diese von privaten Organisationen vergeben werden. Zur rechtssicheren Forderung derartiger

---

<sup>182</sup> Die Pilotierungsphase des Bewertungssystems Nachhaltiges Bauen hat auf Bundesebene Ende 2009 begonnen. Nach erfolgreicher Beendigung ist im Laufe des Jahres 2010 mit einer Evaluierung der bisherigen Erfahrungen und einer Weiterführung für Anwendungen auf der Landesebene und der kommunalen Ebene zu rechnen.

Zertifikate im Vergabeverfahren gibt es nach unserer Einschätzung zwei Möglichkeiten: Erstens die Anerkennung durch die Rechtsprechung. Die Zertifikate können aus vergaberechtlicher Sicht dann in zulässiger Weise gefordert werden, wenn die Kriterien zur Zertifikatsvergabe sachgerecht sind und es im Ermessen des Auftraggebers liegt, derartige bzw. die im konkreten Fall geforderten Zertifikate zu fordern. Im weiteren Sinne könnten die Zertifikate von DGNB und LEED als Umweltgütezeichen verstanden werden. Dann wären die Regelungen des § 9 Nr. 9 VOB/A auf die Anerkennungsfähigkeit dieser Zertifikate anwendbar. Danach können Umwelteigenschaften in Form von Leistungs- oder Nutzungsanforderungen vorgeschrieben werden, wenn:

- Sie sich zur Definition der Merkmale des Auftragsgegenstandes eignen;
- Die Anforderungen des Umweltgütezeichens auf Grundlage von wissenschaftlich abgesicherten Informationen ausgearbeitet werden;
- Das Umweltgütezeichen im Rahmen eines Verfahrens erlassen wird, an dem interessierte Kreise - wie z.B. staatliche Stellen, Verbraucher, Hersteller, Händler und Umweltorganisationen - teilnehmen können
- Wenn das Gütezeichen für alle betroffenen zugänglich und verfügbar ist.
- Die Rechtsprechung wird die Forderung eines Zertifikates dann als zulässig anerkennen, wenn dieses den vorgenannten Anforderungen entspricht.

Eine weitere Möglichkeit wäre, dass der Gesetzgeber bzw. der DVA eine Regelung in die VOB/A aufnimmt, nach der die genannten Zertifikate von vornherein anerkanntsfähig sind.

In beiden Fällen gilt jedoch, dass dem Bieter auch ohne vorbenannte Zertifizierung gestattet sein muss, am Vergabeverfahren teilzunehmen. In diesem Fall muss er die geforderten technischen Spezifikationen, deren Vorliegen durch die Zertifizierung nachgewiesen wird, einzeln nachweisen. Zudem ist auf § 9 Nr. 9 S. 4 hinzuweisen: "Der Auftraggeber erkennt Bescheinigungen von in anderen Mitgliedsstaaten ansässigen anerkannten Stellen an."

Werden all diese Bedingungen eingehalten, sind entsprechende Anforderungen in den Verdingungsunterlagen zulässig.

### **FRAGE 12 (IPS-Forschungsteam):**

Wie muss man sich eine Auseinandersetzung vorstellen, wenn ein Investor einen Zertifizierungsstatus von BNB- /DGNB- „mindestens Silber“ bei Planern und Bauunternehmen beauftragt hat, dann aber nach der „Vorzertifizierung“ (in einer Entwurfsphase) diesen Wert nicht erreicht. Kann dann der Auftraggeber eine kostenlose Nachbesserung verlangen?

**ANTWORT (Team Prof. Franke):**

Mit Frage 12 wird die Ebene des Vergaberechts verlassen. Die Frage ist nachvertragsrechtlichen Grundsätzen zu beantworten. Der Auftraggeber kann dann kostenlose Nachbesserung des Werks (Entwurf) verlangen, wenn es eine vertraglich vereinbarte Eigenschaft nicht erfüllt (Mangel). Wird also vertraglich vereinbart, dass der Entwurf den Zertifizierungsstatus "mindestens Silber" erreichen muss bzw. zumindest die hierfür erforderlichen technischen Werte, so kann der Auftraggeber auf die Einhaltung dieser Vorgaben bestehen.

**FRAGE 13 (IPS-Forschungsteam):**

Welche Rechte hat ein Auftraggeber, wenn nach Abschluss eines Bauprojektes die abschließende Zertifizierung den beauftragten Zielwert (z.B. BNB- /DGNB „mindestens Silber“) nicht erreicht? Zugespitzt: Wenn nachweislich der erreichte Erfüllungsgrad nur wenige Punkte von der notwendigen Mindestpunktzahl entfernt war.

Aus eigenen Erfahrungen mit Bewertungssystemen für Produkte und Systemlösungen, die wir mit Hilfe von Nutzwertanalysen durchgeführt haben, wissen wir, dass im Rahmen von Sensitivitätsanalysen die einbezogenen weichen Faktoren eine nicht unerhebliche Rolle bei der Bewertung spielen. Eine wirklich valide und objektiv überprüfbare Bewertung ist demnach innerhalb von bekannten Ungenauigkeitsgraden (plus oder minus 10%) gar nicht möglich. Folglich könnte eine überprüfbare Einstufung in Erfolgskategorien „Silber“ oder „Gold“ nur dann gut begründet sein, wenn der jeweils erzielte Erfüllungsgrad signifikant unterhalb des Mindestwertes liegt.

Durch die Konzentration der gesamten Bewertungsmethodik auf wenige, aber objektiv überprüfbare Kriterien und Indikatoren kann gegengesteuert werden. Insbesondere haben wir gute Erfahrungen gemacht mit der Ermittlung von Energiekosten auf der Basis anspruchsvoller Computersimulationen und im Detail überprüfbarer Rechenmodelle für Lebenszykluskosten bei Instandhaltungen.

Eine weitere Möglichkeit, Bewertungen valide durchzuführen, ist die Übertragung des Risikos der Ermittlungsunsicherheit im Zuge des Ausschreibungsverfahrens. D.h. z.B., dass ein Anbieter die Unsicherheit der Ermittlung von Wartungskosten über 10 oder 20 Jahre selber trägt und bereit ist, in dieser Zeitspanne ein Preisangebot durchzuhalten (bei entsprechender Auftragsdauer).

**ANTWORT (Team Prof. Franke):**

Stellt sich nach Abschluss des Bauprojektes heraus, dass die vereinbarten Werte bzw. eine abschließende Zertifizierung nicht erreicht werden kann, so stellt auch dies einen Mangel dar, wenn die Erreichung der Werte als Vertragsziel vereinbart worden ist. Ggf. wird es problematisch werden, abzugrenzen, ob der Bauunternehmer für die Nichterreichung der Werte verantwortlich zeichnet, oder ob der Planer bereits eine technische Lösung vorgeschrieben hat, die die vereinbarten Werte schon nicht erreichen kann. In

diesem Fall bestünde die Gefahr, dass sich der Bauunternehmer darauf beruft, dass die Zielerreichung objektiv unmöglich war. In diesem Fall wäre der Bauunternehmer frei von der Einhaltung dieses Leistungsmerkmals. Ein Rückgriff könnte dann allenfalls auf den Architekten erfolgen, wenn mit diesem vertraglich die Einhaltung bzw. die Möglichkeit der Einhaltung der entsprechenden Spezifikationen vereinbart war.

Grundsätzlich spielt es keine Rolle, ob das vereinbarte Vertragsziel nur knapp oder weit verfehlt wurde. Dies könnte allenfalls für die Frage relevant sein, ob der Auftragnehmer zur kostenintensiven Nachbesserung verpflichtet ist, oder ob stattdessen Schadensersatz gefordert werden kann. Die Höhe des Schadensersatzes richtet sich nach der Höhe des finanziellen Nachteils durch die Zielverfehlung.

**FRAGE 14 (IPS-Forschungsteam):**

In der heute eingespielten Praxis von gewerkebezogenen Bauverträgen sind lebenszyklusorientierte Ausschreibungen für fast alle Anbieter nicht nur ungewohnt, sie sind auch in der Bearbeitung (oft unter Zeitdruck) nicht von wirklicher Kompetenz getragen. Sind unter solchen Voraussetzungen Angebote, die dann in z.B. 10- oder 20-Jahresverträge einmünden überhaupt auf einer soliden Rechtsgrundlage? – oder im Zweifelsfall am Ende „null und nichtig“?

**ANTWORT (Team Prof. Franke):**

Diese Frage ist aus zwei Sichtweisen zu betrachten. Erstens aus vergaberechtlicher Sicht: Möchte man im Vergabeverfahren Lebenszykluskosten im Rahmen der Wertung des Angebotes berücksichtigen, so hat der Auftraggeber darauf zu achten, dass die von ihm bei der Wertung zugrunde gelegte Methode zur Berechnung der Lebenszykluskosten bzw. zur Prognostizierung der Lebenszykluskosten so fundiert wie möglich ist. Ansonsten überschreitet er sein Ermessen und trifft seine Entscheidung auf einer nicht sachgerechten Basis. Eine solche Wertungsentscheidung wäre in höchstem Maße angreifbar. Die Entscheidung wäre ermessensfehlerhaft, da unsachlich und aufgrund der Unwägbarkeiten wohl auch willkürlich.

Jedoch spielt nach deutschem Recht ein Vergaberechtsfehler nach Vertragsschluss keine Rolle mehr. Ausnahme hiervon ist freilich die rechtswidrige Vergabe ohne jede Ausschreibung bzw. ohne eine hinreichende Vorabinformation aller Bieter. Handelt es sich jedoch lediglich um fehlerhafte Wertungskriterien oder um einen Ermessensfehler bei der Vergabeentscheidung, so können diese nach Vertragsschluss nicht mehr angegriffen werden. Der Vertrag ist dann rechtswirksam geschlossen. Eine Nichtigkeit resultiert aus der Vergaberechtswidrigkeit der Entscheidung nicht. Wie oben bereits dargelegt, kommen allenfalls vertragliche Gewährleistungsansprüche in Betracht. Dies allerdings nur dann, wenn entsprechende feste Vertragsziele Vertragsbestandteil geworden sind, was nicht selbstverständlich ist.

## 12.4 STUFE 4 - Ausschreibung von Bauleistungen im Lebenszyklusansatz

### 12.4.1 Beschreibung der STUFE 4

Lebenszyklusorientierte Ausschreibungen sind auf allen Stufen der vertikalen Wertschöpfungsgliederung möglich:

- Ausschreibung und Vergabe nach Gewerken, wie in der VOB Teil C geregelt
- Ausschreibung und Vergabe an Generalunternehmer (Bauwerk als Ganzes oder Subsysteme eines Bauwerkes)
- Ausschreibung und Vergabe an Generalübernehmer (Bauunternehmen + Planer)
- Ausschreibung und Vergabe an ein Konsortium aus Generalunternehmer / Generalübernehmer und Service-Generalunternehmer für integrierte Bauleistungen und Serviceleistungen (z.B. BOT-Modell / PPP-Modell / Langzeitmodelle als Kombination aus Bau-GU und Service-GU über 10-30 Jahre)

In den folgenden Einzeldarstellungen werden ausschließlich lebenszyklusorientierte Ausschreibungs- und Vergabeprozesse auf der Gewerkeebene behandelt. Dafür sprechen folgende Gründe:

Die Lebenszyklusorientierung ist in der VOB / VOL noch nicht ausreichend methodisch verankert, hat aber dort einen erstrangigen Platz zur Regulierung des Baugeschehens.

Nur auf der Gewerkeebene lässt sich der Zusammenhang der differenzierten technologischen Leistungs- und Wertschöpfungsketten darstellen. Eine lebenszyklusorientierte Anpassung dieser Prozessketten liefert daher auch die Grundlage für alle übergreifenden Integrationsstufen in den angesprochenen Möglichkeiten der vertikalen Gliederung.

Auf Basis der lebenszyklusorientierten Relevanzgliederung der Investitionskostengruppen erfolgt für alle lebenszyklusrelevanten Kostengruppen eine gesonderte Bearbeitungslinie für den Ausschreibungs- und Vergabeprozess. D.h. für alle nicht lebenszyklusrelevanten Kostengruppen bleibt der traditionell eingeführte Ausschreibungs- und Vergabeprozess unverändert.

#### **Festlegung eines Gewerke-Filters nach Lebenszyklus-Relevanz**

Auf Grundlage der Kostengruppenbewertung nach dem Relevanzindex und deren Aktualisierung im Zuge der festgelegten Entwurfs- und Konstruktionsstrategien erfolgt eine Zerteilung des Ausschreibungsprozesses:

- Alle Gewerke aus Nicht-Strategischen-Investitionskostengruppen werden unverändert nach den klassischen Regularien von VOB / VOL bzw. vergleichbarer BGB-orientierter Verfahren durchgeführt.

- Im Hinblick auf ökologische Bewertungen sind diese klassischen Verfahren durch die Einbeziehung von EPDs zu modifizieren.
- Für alle gewerkebezogenen Leistungen, die zu ausgewiesenen Strategischen Kostengruppen gehören, werden die im Folgenden beschriebenen Verfahren angewendet.

### **Positive Definition gewünschter Produkte**

Durch planerische Klärung, entwurfsbezogene Ausarbeitungen und entsprechende Sondierungen von am Markt verfügbarer Produkte und Systeme können alternativ zu Systeme und Produkte ausgeschrieben werden, deren Einsatz die geforderten Bedingungen für Nachhaltigkeit aufweisen. In diesem Fall gelten die traditionellen Regeln der im Markt eingeführten Regularien, insbesondere:

Leistungsmerkmale und Parameter, die für den effizienten Betrieb und Nutzungsprozess wichtig sind, werden in der heutigen Praxis der Ausschreibung selten verlangt und von Produktanbietern kaum angeboten. Stattdessen erfolgen Hinweise wie „oder gleichwertig“. Damit hat sich aber eine unglückliche Praxis eingespielt. Anbieter geben an dieser Stelle in der Regel Billigprodukte an, die den erforderlichen Standard des Referenzproduktes nur selten erfüllen. Der Nachweis, ob ein Billigprodukt „gleichwertig“ ist, fällt in der Regel schwer. Damit wird das Effizienzziel i.d.R. verfehlt!

### **Ergänzen traditioneller Leistungsverzeichnisse durch lebenszyklusorientierte Abfragen**

Anbieter von Bauleistungen (Ausführende Firmen) erhalten im LV Ergänzungen zu branchenüblichen Leistungsverzeichnissen. In den allgemeinen Vorbedingungen einer Ausschreibung wird das lebenszyklusorientierte Konzept erläutert. Insbesondere wird dargelegt, welche Positionen im Leistungsverzeichnis den Status „Strategisch“ haben. Solche Positionen enthalten Komponenten mit folgenden Eigenschaften:

- Komponenten mit Antriebsenergie /  
Komponenten mit energetisch passiven Eigenschaften /  
Komponenten, die Inspektionen / Wartungen erfordern /  
Komponenten, die Ersatzteile erfordern
- In den einzelnen Positionen der Leistungsverzeichnisse werden die Strategischen Positionen markiert, mit zusätzlichen Abfragen, um die Eigenschaften der Strategischen Komponenten für deren Bearbeitung in Lebenszykluskosten-Modellen und lebenszyklusorientierten Qualitätsbewertungen bearbeiten zu können.
- Erläuterung der Qualitätskriterien, nach denen angebotene Produkte und Leistungen lebenszyklusorientiert bewertet werden, insbesondere:  
Anforderungen gemäß DGNB /  
Anforderungen gemäß EU-Programm GreenBuilding /

Geforderte EPDs /

Spezifische Bewertungskriterien für die gewerkezugehörigen Strategischen Bauteile und Komponenten

### **Risiken im gewerkebezogenen Lebenszyklusansatz**

Lebenszyklusorientierte Ausschreibungen und Vergaben umfassen mindestens einen Zeithorizont von 10, häufig bis zu 30 Jahren. Folglich sind vertragliche Vereinbarungen in hohem Maße risikobesetzt.

### **Risiken durch langzeitbezogene Unsicherheiten und Unbestimmbarkeiten**

In langen Zeithorizonten sind sowohl qualitative wie quantitative Aussagen notwendig mit Unsicherheiten und Unbestimmtheiten verbunden – z.B.

- Lebenszykluskosten in den ersten zwei Betriebsjahren sind nur bedingt Gegenstand für lebenszyklusorientierte Berechnungen. Erst nach Erreichen von „eingeschwungenen Zuständen“ kann von jahresbezogen regelmäßigen Kosten des Betriebes ausgegangen werden – und nur solche Kosten sind berechenbar.
- Auch bei Anwendung detaillierter mathematischer Berechnungsverfahren (z.B. thermodynamische Gebäudesimulation) bleiben Ungenauigkeitsgrade für die ab dem 3. Betriebsjahr auftretenden regelmäßigen Verbrauchs- und Leistungswerte geplanter Konstruktionen und Anlagen.
- Inspektionen und Wartungen können nur für das marktübliche Zeitraster zwischen 2-5 Jahren relativ sicher ermittelt werden.
- Einkaufspreise für Ersatzteile, Energie, u.dgl. können extrem schwanken und selbst für Planungshorizonte innerhalb von 5 Jahren signifikante Verwerfungen haben.
- Für die eingebauten Materialien, Bauteile gibt es keine verlässlichen Tabellen mit technischen Nutzungsdauern. Anerkannte Tabellenwerke zeigen im Vergleich erhebliche Unterschiede. Folglich müssen dazu oft Mittelwerte und entsprechende Annahmen Verwendung finden.
- Marktpartner, die verlängerte Gewährleistungen bzw. Langzeitgarantien geben, können im Verlauf der Nutzungsdauern der betroffenen Systeme und Produkte am Markt als Vertragspartner verschwinden (z.B. durch Insolvenz).

### **Verteilung lebenszyklusbezogener Risiken**

Im Unterschied zu klassischen Vergaben von Bauleistungen ist der „Gefahrenübergang“ komplexer. Der Leistungserbringer von Bauleistungen schuldet nicht nur ein mangelfreies Werk, sondern auch eine Einhaltung von zuvor festgelegten Prüfkriterien der Performance von realisierten Konstruktionen / Anlagen / Bauteilen.

Für den Auftraggeber von Bauleistungen treten mit der Inbetriebnahme im Hinblick auf den zugesagten Performance-Erfolg eine Reihe von Erschwernissen auf, wenn es um den Nachweis von Nicht-Erfüllung zugesagter Performancewerte geht. Z.B. ist es bis heute schwierig, eine im Planungsprozess zugesagte Energieeffizienz (mit rechnerischen Werten) anhand der realen Verbrauchsmessungen zu beurteilen. Der Grund liegt z.B. darin, dass ein unberechenbares Nutzerverhalten oft stark veränderte Werte zur Folge hat.

Wenn Inspektions- und Wartungskosten von einem Anbieter für einen üblichen Vertragszeitraum von 2-5 Jahren kalkuliert wurden, aber mit einem Lebenszyklusmodell über 20 Jahre hoch gerechnet werden, dann sind darauf gegründete Vergabeentscheidungen angreifbar.

### **Strategien zur Risikominderung bei lebenszyklusorientierten Vergaben**

Um unvermeidbare Risiken vergaberechtlich abzusichern, sind verschiedene Modelle möglich:

- Wenn in Lebenszyklusmodellen z.B. über einen Zeitraum von 20 Jahren Lebenszykluskosten kalkuliert und entsprechend nachhaltige Qualitäten beschrieben werden, dann ist auch eine Vertragslaufzeit der Vergabe über 20 Jahre die sicherste Grundlage (in der Praxis bislang die Ausnahme).
- Wenn Vergabeentscheidungen auf einer Langzeitbewertung (Lebenszykluskosten und nachhaltige Qualitäten) beruhen, die in der Vergabeentscheidung ausschließlich Bauleistungen (ohne Serviceleistungen) betreffen, dann muss geklärt werden, welche Kriterien und Bewertungen die Vergabeentscheidung so begründen, dass Bieter, die keinen Vertragsabschluss erhalten, diese Entscheidung nicht anfechten können. Dazu gehören:
  - Vergabeentscheidung ausschließlich auf der Grundlage von Preisen für Bauleisten (das kann z.B. dann der Fall sein, wenn Lebenszykluskosten und nachgewiesene Qualitäten trotzdem sehr günstig sind!)
  - Vergabeentscheidungen beruhen auf überprüfbaren Performance-Werten, die im ersten und zweiten Betriebsjahr nachweisbar sind.
  - Entsprechendes gilt, wenn anerkannte Computersimulationen oder EnEV-bezogene Berechnungen als ausreichender Nachweis für geforderte Energieeffizienz angesehen werden können.

#### **12.4.2 Bisherige Erfahrungen zu STUFE 4**

In der Unternehmensgruppe des Autors gibt es Erfahrungen mit lebenszyklusorientierten Ausschreibungen nach Gewerken seit 7 Jahren für Gewerke der Gebäudetechnik. Nach unseren Beobachtungen im Marktgeschehen sind ähnliche Ausschreibungsprozesse bis heute nicht üblich. Es gibt aber in Einzelfällen, insbesondere bei der Beschaffung kältetechnischer Anlagen Erfahrungen der Telekom aus den 80er Jahren

und aktuell eine an Betriebsdaten orientierte Beschaffungspraxis kältetechnischer Aggregate in der Autoindustrie und Beschaffungen von Bauleistungen bei der Deutschen Bahn...). Solche Versuche lebenszyklusorientierter Ansätze in Ausschreibungen wurden allerdings bislang nicht umfassend auf komplexe Baumaßnahmen angewendet. Außerdem verfolgten sie nicht die in diesem Forschungsprojekt angesprochene Bewertungssystematik der Nachhaltigkeit.

#### **12.4.3 Juristische Hinweise zu STUFE 4**

##### **FRAGE 15 (IPS-Forschungsteam):**

Die beschriebene Relevanzbaum-Methode wurde von uns in zwei Stufen angewendet: Auswahl der Strategischen Kostengruppen und Herausfiltern von Strategischen Komponenten innerhalb der Leistungsverzeichnisse. Umgekehrt erfolgt dadurch eine Ausgrenzung der Nicht-strategischen Komponenten aus dem weiteren Bewertungsverfahren. So sind bspw. in der Ausschreibung des Gewerkes Lüftungstechnische Anlagen Ventilatoren, Frequenzumformer, Brandschutzklappen strategische Komponenten. Der überwiegende Teil der Lüftungskanäle gehört zu den Nicht-strategischen Komponenten, weil er in aller Regel innerhalb der Nutzungsdauer der Anlage keine nennenswerten Folgekosten hat.

Falls sich aus dieser Eingrenzung von „Relevanz“ Nachteile für die Wettbewerbsfähigkeit der Anbieter ergeben, ist dann ein Auslober angreifbar? Vorstellbar sind Produktanbieter, die mit dem Anspruch auftreten könnten, den Status „strategisch“ zu bekommen, also lebenszyklusrelevant zu sein – oder umgekehrt: Firmen argumentieren, ihre Produkte seien langlebig und ohne Nutzungsdauer-Folgekosten und deswegen keine Lebenszyklus-Kostentreiber.

##### **ANTWORT (Team Prof. Franke):**

Generell gilt es, Beschaffungsentscheidungen für Strategische Produkte auf eine valide Teilmenge von Kriterien / Indikatoren zu beziehen. Es ist absehbar, dass die Festlegung der strategischen Bauteile und die bei diesen strategischen Bauteilen stattfindende Nachfrageverschiebung auch Verschiebungen im Wettbewerb ergeben. Solange die Auswahl der strategischen Bauteile aber nicht willkürlich, sondern auf einer sachlichen Grundlage erfolgt, ist die Vorgehensweise nicht angreifbar. Letztlich handelt es sich lediglich um eine Neudefinition des Beschaffungsbedarfs des Auftraggebers. Etwaige Vor- oder Nachteile für Wettbewerber, die sich daraus indirekt ergeben, sind Teil des Wettbewerbs. Der Unternehmer kann sich nur gegen unnatürliche Wettbewerbsverzerrungen, nicht jedoch gegen den Wettbewerb an sich zur Wehr setzen.

##### **FRAGE 16 (IPS-Forschungsteam):**

Diese Problematik erhält auch dadurch Gewicht, dass gerade bei der Auswahl von Produkten vor dem Hintergrund identifizierter Strategischer Kostengruppen und Bautei-

le für unterschiedliche Gebäudearten, Nutzungsweisen und damit auch für verschiedene Typen von Bauherren jeweils andere Kriterienkataloge und Relevanzstrukturen eine Rolle spielen. Daraus folgt, dass z.B. ein Bauherr wie die Deutsche Bahn für ihre Bahnhofsklassen jeweils eigene Bewertungsprofile erarbeiten müsste, die dann aber auch zur verbindlichen Grundlage für deren Ausschreibungs- und Vergabeprozess werden müssten.

**ANTWORT (Team Prof. Franke):**

An dem bei der Beantwortung von Frage 15 gefundenen Ergebnis ändert sich auch nichts dadurch, dass für jeden Bauherren bzw. für jedes Projekt die strategischen Kostengruppen und Bauteile neu definiert werden müssen. Im Gegenteil, dadurch zeigt sich deutlich, dass es sich bei dem Festlegen strategischer Kostengruppen und Bauteilen um einen Vorgang im Rahmen der Festlegung des Beschaffungsbedarfs handelt. Bei dieser Tätigkeit ist der Auftraggeber aber weitgehend frei.

**FRAGE 17 (IPS-Forschungsteam):**

Eine mögliche Risikoübertragung von Unsicherheiten der Ermittlung von Folgekosten und nachhaltigen Qualitäten auf die Anbieter von Bauleistungen bzw. Produkten, wirft Fragen auf:

Wie müssen verlängerte Gewährleistungsfristen vereinbart werden? Wie müssen verlängerte Garantien vereinbart werden?

**FRAGE 18 (IPS-Forschungsteam):**

Wenn es gelingt, bei Lebenszykluskosten-Faktoren und vor allem bei qualitätsbezogenen Kriterien eine Selektion vorzunehmen, sodass eine vielleicht kleine Gruppe von belastbaren Beurteilungskriterien entsteht, welchen Stellenwert haben dann die übrigen Kriterien? D.h. wenn eine Gruppe von harten Kriterien (harter Bewertungskern) und eine Gruppe von weichen Bewertungskriterien die logische Folge für valide Ausschreibungs- und Vergabeverfahren sind. Wie kann sich dies rechtswirksam in allgemeingültigen Regularien niederschlagen?

Beispiele für weiche Kriterien: Design-Bewertungen oder ermittelte Kosten für Entstörungen und Instandsetzungen, die notwendig nur als Prognose möglich und somit keine belastbaren Werte sind.

**ANTWORT zu Frage 17 und 18 (Team Prof. Franke):**

Hier ist zunächst zu klären, mit welcher genauen Struktur die Kriterien in die Wertung eingehen sollen. Wir gehen davon aus, dass die Zuschlagskriterien bzw. Wertungskriterien bei einer lebenszykluskostenorientierten Ausschreibung folgendermaßen aussehen: 1. Angebotspreis, vermutlich mit einer Wertigkeit von weniger als 50 %. 2. Lebenszykluskosten. Daneben kann eine frei wählbare Anzahl weiterer Wertungskriterien

zur Anwendung kommen. Jedes Hauptkriterium hat - abgesehen vom Preis - diverse Unterkriterien. Daher ist zunächst zu empfehlen, Design-Bewertungen zu einem eigenen Wertungskriterium, getrennt von der Berechnung der Lebenszykluskosten, zu erheben. Das Gewicht eines solchen Kriteriums kann der Auftraggeber frei festlegen.

Hinsichtlich aller kostenrelevanten Kriterien bietet sich an, solche Elemente, die sich zuverlässig und langfristiger berechnen lassen, für einen entsprechend langen Zeitraum in die Wertung einfließen zu lassen. Diese - harten - Kriterien könnten zusammengefasst werden zu einem Unterkriterium unter das Wertungskriterium "Lebenszykluskosten".

Soweit kostenrelevante Kriterien lediglich Prognosen enthalten, die keine exakte Berechnung zulassen, ist zunächst zu empfehlen, einen deutlich kürzeren Zeitraum, der noch zu vertreten ist, in die Wertung einfließen zu lassen. Denkbar wäre etwa, derartige Kostenpunkte lediglich auf 5 Jahre zu prognostizieren. Diese Unterkriterien könnten dann entsprechend mit einer deutlich geringeren Wertigkeit in die Gesamtwertung einfließen. Dies stellt freilich einen Kompromiss dar. Zum einen wird diesen Elementen innerhalb der Wertung zwar Rechnung getragen, zum anderen finden langfristige Kostenentwicklungen - die nicht prognostiziert werden können - keinen Eingang in die Wertung. Dies halten wir vergaberechtlich für vertretbar. Im Rahmen unserer Ausarbeitung haben wir bereits dargelegt, dass Prognosen grundsätzlich zulässig sind, jedoch hierbei die Grenzen der Willkür nicht überschritten werden dürfen. Die hier vorgeschlagene Lösung hält sich daher unseres Erachtens im Rahmen des rechtlich Zulässigen.

## **12.5 STUFE 5 - Vergabe von Bauleistungen im Lebenszyklusansatz**

### **12.5.1 Beschreibung der STUFE 5**

Gemäß den in STUFE 4 dargestellten Regeln und Vorgehensweisen der Ausschreibung erfolgt nach Eingang gültiger Angebote deren Auswertung bis zur Erarbeitung der Vergabeempfehlung. Sie erfolgt im 4-Säulen-Modell (Abb. 8-4).

#### **Angebotsauswertung nach Preisen (Säule 1)**

Wie in herkömmlichen Verfahren gewerkebezogener Angebotsauswertungen werden Preisspiegel erstellt. Die dazu verfügbare Software wird unverändert eingesetzt. Auf dieser Grundlage folgt die traditionelle Wertung nach Preisen, aber noch ohne Vergabeempfehlung.

### **Angebotsauswertung nach Folgekosten (Säule 2)**

Durch die zuvor ausgewiesenen Strategischen Komponenten der Leistungsverzeichnisse und der zusätzlichen Abfragen wird parallel zum Preisspiegel einer separaten Auswertung eine LV-bezogene Lebenszykluskostenanalyse durchgeführt. Dazu gehören:

- Ermittlung von Antriebskosten aktiver Bauteile
- Ermittlung jährlicher Inspektions- / Wartungskosten
- Ermittlung jährlicher Kosten für Ersatzteile
- Annahmen über die Technische Lebensdauer

### **Integrierte Rechenmodelle im Lebenszyklusansatz**

Die Einzeldaten werden bezogen auf eine Ausschreibung den zugehörigen Anlagen und Komponenten zugeordnet und in unterschiedlichen Zeitabschnitten gerechnet (z.B. 10 Jahre / 20 Jahre / 30 Jahre). Die aggregierten Berechnungen erfolgen zunächst statisch. Sie werden dann ergänzt durch:

- Sensitivitätsberechnungen, z.B. bei veränderten Verbrauchskosten für Energie
- Ermittlung von Lebenszykluskostenfaktoren
- Finanzmathematische Modellierung

### **Bietervergleich nach Lebenszykluskosten**

Nach den zuvor ermittelten Werten und Berechnungen werden der ursprüngliche Preisspiegel für Bauleistungen und die ergänzten Lebenszykluskosten in 2 Säulen nebeneinander gestellt. Auf dieser Grundlage erfolgt eine vorläufige Wertung der Angebote. Ein Beispiel zeigt Tabelle A 16.

### **Nachweis der erreichten Qualität (Säule 3)**

Für den Nachweis des erreichten Qualitätsgrades auf der Basis der zuvor festgelegten Kriterien und Indikatoren hat sich die Nutzwertanalyse bewährt. Das für im DGNB-Zertifizierungssystem verwendete Verfahren mit Wichtungen und Bewertungen nach Schulnoten sollte auch auf der Bauteilebene übernommen werden. Folgende Ergebnisse sind dann wertungsrelevant (vgl. Beispiel in Tabelle A 17):

- Erfüllungsgrad in Prozent
- Rangfolge auf Basis des qualifizierten Erfüllungsgrades
- Unterschiede der Erfüllungsgrade und Rangfolgen nach Sensitivitätsanalysen

### **Wertung auf Basis von beurteilten Lebenszyklusqualitäten**

Die Ergebnisse der Nutzwertanalyse, insbesondere die Rangfolge der Bieter, werden im Hinblick auf die zu treffende Vergabeentscheidung einer weiteren Risikoanalyse unterzogen:

- Auswahl der validierbaren Qualitätskriterien (Ausgrenzung aus dem gesamten Kriterienkatalog).
- Durchführung einer vergabeorientierten Bewertung ausschließlich anhand der als valide eingestuften Kriterien.
- Weitere Eingrenzung der angebotenen Alternativen in einer Bewertungsrangfolge.

### **Beurteilung des Unternehmenspotenzials (Säule 4)**

Um eine Vergabeempfehlung im Lebenszyklusansatz durchzuführen, ist neben den bereits durchgeführten 3 entscheidungsrelevanten Bewertungssäulen (Preis der Bauleistungen / Lebenszykluskosten / Qualitätsbeurteilung im Nachhaltigkeitsmodell) eine 4. Säule erforderlich: Die Beurteilung des Unternehmenspotenzials (Tabelle A 18).

### **Serviceorientiertes Unternehmenspotenzial**

Dabei handelt es sich um Aspekte der Langzeitverantwortung, die i.d.R. nach folgenden Kriterien bestimmt werden:

- Bereitschaft zur Verlängerung von Gewährleistungen / Garantien
- Nachweisbare organisatorische Fähigkeiten zur Erfüllung von Servicelevel-Anforderungen (z.B. kurze Reaktionszeiten im Störfall)
- Nachweis der organisatorischen Präsenz bei Niederlassungen und mit Serviceverträgen ausgestatteten Partnern (Betreuungskompetenz in den Prozessen des Betriebens)
- Nachliefergarantien für ausgewiesene Ersatzteillisten

### **Beurteilung des Unternehmenspotenzials in der Langzeitverantwortung**

Zur Beurteilung des Unternehmenspotenzials haben sich ebenfalls Nutzwertanalysen mit Wichtungsfaktoren und Beurteilung nach Schulnoten auf der Indikatorenebene bewährt. Grundlage ist die zuvor aufgeführte Beispielliste für Kriterien. Sie werden bezogen auf angebotene Produkte um folgende Aspekte ergänzt:

- Abfrage, wie lange ein Produkt und die zugrunde liegende Herstellungstechnologie im Markt bereits eingeführt sind. Auf dieser Grundlage erfolgt eine Risikoanalyse in Verbindung mit dem Neuheitsgrad der angewendeten Technologie.
- Servicebezogen nachgewiesene Referenzen, um die Servicekompetenz aufgrund der ausgewiesenen Kriterien überprüfen zu können.

### **Empfehlung zur Vergabe im Lebenszyklusansatz**

Die Beurteilung in den einzelnen Säulen hat jeweils zu einem eigenen Bewertungsergebnis geführt. Um eine über alle Säulen hinweg begründete Vergabeempfehlung zu geben, müssen für eine Gesamtbewertung Wichtungen und ein Bewertungsschlüssel festgelegt werden (Tabelle A 19):

- Festlegung einer Gesamtbewertung von z.B. möglichen 100%.
- Festlegung des Wichtungsanteils jeder der 4 Säulen.

Die Empfehlung muss gekoppelt sein mit den zuvor ausgewiesenen validen Beurteilungskriterien, die im späteren Betrieb des besonderen ersten und zweiten Betriebsjahres überprüfbar sein müssen.

### **12.5.2 Bisherige Erfahrungen zu Stufe 5**

Das 4-Säulen Modell wurde erst in wenigen Fällen unter Leitung des Autors angewendet. Dabei wurde dessen Tragfähigkeit erkennbar (vgl. Kap. 3.4). Es zeigten sich aber auch Veränderungen in der Planungsmethodik und Entscheidungsfindung, die in Pilotierungsprojekten durch Forschungsbegleitung untersucht werden müssen.

### **12.5.3 Juristische Hinweise zu Stufe 5**

Übergreifend enthalten die Fragen und Antworten zu Stufe 4 (Kap. 3.4) auch grundlegende Gesichtspunkte zur Vergabe im Lebenszyklusansatz. Das 4-Säulenmodell ist aber noch in einem frühen Entwicklungsstadium und muss zunächst in Pilotierungen weiter erprobt werden. Ein Schwerpunkt ist dessen Absicherung im Vergaberecht.

## **12.6 STUFE 6 - Performance-Messung / Zertifizierungen -**

### **12.6.1 Beschreibung der STUFE 6**

Die Überprüfung von Zielvorgaben zur Nachhaltigkeit, insbesondere zur Energieeffizienz von Gebäuden, deren Subsystemen und Bauteilen, ist im seit langem eingespielten Branchenmuster kein Bestandteil von Abnahmen. Bekannt sind die damit verursachten Effizienz Nachteile bei gelieferter und in Betrieb genommener MSR-Technik und Gebäudeautomationssystemen. Hier geht es lediglich um den Nachweis von Mängelfreiheit, d.h. die Systeme müssen „funktionieren“. Weitergehende Effizienz nachweise sind aber erst möglich, wenn nach der Inbetriebnahme über 1-2 Jahre Optimierungsleistungen erbracht werden – und in der Folge überprüfbare, eingeschwungene

Zustände resultieren. Solche Anpassungs- und Optimierungsleistungen sind aber ein zusätzlicher Aufwand, der im üblichen Baugeschehen bislang nicht beauftragt wurde.

Im Anschluss an Inbetriebnahmen sind Effizienzkontrollen und Prozesse des Qualitätsmanagement erforderlich, um ursprünglich geplante Optimierungen in eingeschwungene Zustände zu überführen. Dies erfolgt überwiegend im ersten und zweiten Betriebsjahr.

### **Voraussetzungen und Leistungsumfang für Performance-Kontrollen**

- Erfassen und Auswerten von Betriebsaufzeichnungen, differenziert nach Anlagen und Energiearten.
- Überprüfung Mess-, Regel- und Steuerungsparameter.
- Überprüfung realer Betriebszeiten
- Messen von Raumtemperaturen, Feuchte, Drücke, Volumenströme u. dgl.
- Überprüfung Anlagenzustände im Hinblick auf Instandhaltungsleistungen (Inspektionen, Wartungen, Entstörungen)
- Beobachtung und Erfassen des Nutzerverhaltens beim Benutzen / Bedienen Baulicher und Technischer Anlagen.
- Dokumentation von Betriebsdaten
- Durchführung anlagenbezogener bzw. bauwerksbezogener Benchmarks mit ausgewählten Benchmark-Partnern
- Systematische Darstellung aller IST-Daten und SOLL-IST-Vergleiche in Prüfberichten

### **Schwerpunkte im 1. Betriebsjahr**

- Analyse des Nutzerverhaltens und Identifizieren des Nutzerverhaltens und Identifizieren von Maßnahmen im Rahmen der Nutzerberatung.
- Erstkontrolle des Betriebs aller relevanten Baukonstruktionen und Anlagen und Dokumentationen als Basisbericht.
- Nachregulierung und Anpassung der Anlagenleistungen an den ermittelten Nutzungsbedarf.
- SOLL-IST-Vergleich der Energiebedarfswerte mit gemessenen Verbrauchswerten.
- Abgleich von physikalischen Verbrauchswerten mit zugehörigen Kosten
- Ermittlung von Kostentreibern
- Differenzierung der Bewirtschaftungskosten für Eigentümer, Umlageverfahren, nutzereigene Kosten (in immobilienwirtschaftlichen Vermieter-Mieter-Verhältnissen)

### **Schwerpunkte im 2. Betriebsjahr**

- Verbesserung der Systematik von Prüfberichten (Performance-Reporting)

- Erfassen und Verfolgen der Umsetzung von Optimierungsmaßnahmen in Verbindung mit einem KVP-Konzept (kontinuierlicher Verbesserungsprozess).
- Überprüfung des vorhandenen Mess- und Zählkonzeptes im Hinblick auf weitere Erfordernisse im Controllingprozess.
- Systematische Darstellung des über zwei Jahre erreichten „eingeschwungenen Zustands“ als Base Line für den Standardbetrieb in Folgejahren.

### **EU-Zertifizierung GreenBuilding**

Das EU-Programm wird in Deutschland von der dena (deutsche Energieagentur) getragen. Aktuell gibt es zwei grundlegende Alternativen:

- Zertifizierung eines Einzelobjektes
- Beispielhafte Zertifizierung an einem Einzelprojekt, mit der Absichtserklärung den gesamten Immobilienbestand des Antragstellers zu optimieren.

Grundlage der Zertifizierungen sind Effizienznachweise im Anschluss an durchgeführte Optimierungsmaßnahmen und im Anschluss daran Überprüfungen der Maßnahmen auf Basis gemessener Werte im laufenden Betrieb.

### **Zertifizierung nach BNB / DGNB**

Zum Zeitpunkt der Fertigstellung des vorliegenden Berichtes ist das Zertifizierungssystem mit über 50 Kriterien-Steckbriefen noch nicht abgeschlossen. Nach den im Januar 2009 veröffentlichten Pilot-Zertifizierungen von Neubauten für Nicht-Wohngebäude kann festgehalten werden:

- Die Zertifizierung ist freiwillig
- Vorgesehen sind zwei zeitliche Prüfpunkte: innerhalb der Entwurfsphasen und nach Fertigstellung der zertifizierten Gebäude. In beiden Fällen werden Zertifizierungsdokumente übergeben.
- Die Vorbereitung der Zertifizierung erfolgt durch vom DGNB anerkannte Auditoren und anschließend durch den DGNB

In methodischer Hinsicht ändern sich durch diese zweistufigen Anwendungen von Kriterien-Steckbriefen die betroffenen Projektabläufe.

Ein Bauherr / Investor kann Planer oder Bauunternehmer beauftragen, ein bestimmtes Gütesiegel zu erreichen. Um solche Aufträge umzusetzen, müssen die Planer / Bauunternehmen alle Entwurfsprozesse und folgenden Ausschreibungs- und Vergabeprozesse neu ausrichten. Außerdem ändern sich Anforderungen an die Erfolgskontrolle in den Ausführungsprozessen und im nachlaufenden Monitoring (Abb. 12a-e).

### **12.6.2 Bisherige Erfahrungen zu Stufe 6**

Erfahrungen zum Performance Measurement als Nachlauf zu Abnahmen am Ende von baulichen Maßnahmen sind in keiner Weise ein Standard. Das gilt auch international.

Eine bemerkenswerte Ausnahme sind Regularien des Landesbetriebes „Vermögen und Bau“ in Baden-Württemberg. Dort werden nach der Inbetriebnahme „Erstkontrollen der Anlagen verbunden mit der Verbesserung der Einregulierung“ verlangt. Aus dem Vergleich der Leistungs- und Verbrauchsdaten werden im 1. und 2. Betriebsjahr prozessbezogene Maßnahmen zur Energieeinsparung abgeleitet und verfolgt.

In einer Reihe von Forschungsprojekten sind im Rahmen von Monitoring-Maßnahmen nach Gebäudefertigstellung, Gebäudeeigenschaften und insbesondere die Betriebsprozesse der Baukonstruktionen und Anlagen im Hinblick auf Energieeffizienz untersucht worden. Dazu gehört das Projekt EVA Evaluierung von Energiekonzepten (IGS, Prof.-Dr. Fisch, TU Braunschweig).

### **12.6.3 Juristische Hinweise zu STUFE 6**

#### **FRAGE 19 (IPS-Forschungsteam):**

Welche grundsätzliche Folge hat die Verschiebung der Werkverantwortung in eine Performance-Verantwortung?

#### **FRAGE 20 (IPS-Forschungsteam):**

Handelt es sich bei der traditionellen Erfolgsdefinition eines „geschuldeten Werkes“ und definierten Performance-Werten (z.B. Verbrauchswerte, Verfügbarkeiten) um einen nachweisbaren und juristisch haltbaren Unterschied?

#### **FRAGE 21:**

Wenn am Ende von Performance-Messungen und Erfolgskontrollen die im Rahmen von Zertifizierungsprozessen durchgeführten Beurteilungen nicht zum Zertifizierungserfolg führen, oder wenn sogar in einem schlimmeren Fall bereits aufgrund von Planungsergebnisse erteilte Zertifizierungen wieder zurückgezogen werden, was hat das dann für die Beteiligten an Rechtsfolgen?

#### **ANTWORT (Team Prof. Franke):**

Es gibt verschiedene Möglichkeiten für den Auftraggeber, die Verantwortung für den Performance-Erfolg dem Auftragnehmer aufzuerlegen:

Zum einen kann dem Bauunternehmen gleichzeitig langfristig die Wartung der relevanten Bauteile und Maschinen übertragen werden. In einem langfristig abzuschließenden Wartungsvertrag könnte dann vereinbart werden, dass die Kosten für Wartung und

Ersatz einen bestimmten Betrag nicht überschreiten. Dadurch würde der für die Herstellung des Werkes Verantwortliche die Gefahr einer nicht erfolgten Zielerreichung im Rahmen seines Anschlussvertrages tragen. Nicht davon abgedeckt werde allerdings ein zu hoher Energieverbrauch. Zudem ist der Abschluss langfristiger Wartungs- und Facility- Management-Verträge vergaberechtlich nicht unproblematisch.

Möglich sollte daher auch sein, im Rahmen des Bauvertrages bestimmte Zielwerte für Verbrauch und sonstige Kosten bestimmter Anlagen als Höchstwerte zu vereinbaren. Überschreitet eine Anlage die vertraglich festgelegten Höchstgrenzen, gilt sie als mangelhaft. Insofern bestünde dann kein Unterschied zwischen Werkverantwortung und "Performance- Verantwortung". Verträge müssten hierfür modifiziert werden. Die klassische Gebäudeabnahme müsste ausdrücklich die Abnahme bestimmter Anlagen nur hinsichtlich ihrer Betriebskosteneigenschaften ausklammern. Die Abnahme im Übrigen müsste für den Zeitpunkt der Performance-Messungen vereinbart werden. Nur wenn die zugesagten Werte eingehalten werden, kann eine Abnahme stattfinden. Auf der anderen Seite muss der Unternehmer allerdings auch vor einer Fehlnutzung geschützt werden, die tatsächliche Verbrauchszahlen hervorruft, die unter den Möglichkeiten der Anlagen liegen. Dies ist aber letztlich eine Frage der Ausgestaltung der Performance-Messungen, die sich an dem Potential der Anlage und nicht am Nutzerverhalten orientieren müssen.

Führen durchgeführte Performance-Messungen nicht zu dem gewünschten Erfolg, stellt dies, wie bereits gesagt, einen Mangel dar, der durch den Unternehmer kostenfrei zu beheben ist, es sei denn, dies ist unverhältnismäßig und daher nicht zumutbar. In diesem Fall kann der Auftraggeber Schadensersatz verlangen, was etwa den Mehrkosten durch die Zielverfehlung entsprechen würde.

Diese Rechtsfolge kann für den Bauunternehmer freilich nicht eintreten, wenn die Verweigerung der Zertifizierung Folge des Zahlungsergebnisses ist. In diesem Fall müsste der Planer in Regress genommen werden. Hierzu wäre auch im Planervertrag die Pflicht festzuschreiben, dass die Planungen zumindest die Möglichkeit einräumen, mit bestehender Technik die gewünschten Zertifizierungen zu erhalten.

## Glossar

**Die folgenden Grundbegriffe sind die methodische Grundlage der vernetzten Wissensbausteine**

### **Bodenperformance**

Die nutzungsbezogenen und lebenszyklusbezogenen Eigenschaften und die zugehörigen Prozesse eines Bodenbelages werden durch Nutzwertanalysen und LifeCycle-Berechnungen messbar. Der Performancebegriff umfasst also sowohl Kosten als auch Qualitäten und bezieht sich zugleich auf die Errichtungs- und Betriebsphase

### **Kontinuierlicher Verbesserungsprozess (KVP)**

KVP für Bodenbeläge bedeutet: über alle Prozessphasen (von der Planung / Beschaffung bis zu Betrieb und Entsorgung) werden Qualitätsaspekte und Wirtschaftlichkeitsaspekte verfolgt und durch periodische Bewertungen wird ein Optimierungsprozess ermöglicht

### **Life-Cycle-Cost (LCC) / Lebenszykluskosten**

Dieser Begriff ist seit mehreren Jahrzehnten in der internationalen Fachwelt eingeführt. Er lässt sich im deutschsprachigen Raum am einfachsten ermitteln durch die Kombination von:

Investitionskosten nach DIN 276 und

Nutzungskosten im Hochbau nach DIN 18960

### **Life-Cycle-Quality (LCQ) / Lebenszyklusqualitäten**

Dieser Begriff bildet das logische Gegenstück zu den LCC. Im Unterschied zu klassischen Qualitätskriterien, die im Zuge eines Abnahmeverfahrens von Bauleistungen überprüft werden, handelt es sich bei den LCQ um Eigenschaften und Veränderungen von Materialien / Bauteilen, die erst im Laufe der Nutzungszeit bzw. Betriebszeit erkennbar werden. Typische Beispiele sind:

Verglättung, Verschmutzung, Fleckenbildung, Ausbleichen durch Sonnenlicht

### **Nutzwertanalyse (NWA) im 4-Säulen-Modell**

In der NWA 1 werden nach vorgegebenen Kriterien Lebenszyklusqualitäten in einem Wichtung- und Punktesystem (nach Schulnoten) bewertet.

In der NWA 2 wird das Unternehmenspotenzial nach einem Wichtungssystem und Punktesystem (Schulnoten) bewertet.

### **Performance-Measurement-System (PMS)**

Das Performance-Measurement ist ein Controllingansatz zur Qualitätskontrolle, verknüpft mit der Ermittlung von betriebsbezogener Wirtschaftlichkeit.

### **Vier-Säulen-Modell (vergl. WB\_Vier-Säulen-Modell)**

Nach dem Vier-Säulen-Modell wird die Vergabeentscheidung für einen Bodenbelag durch unterschiedliche Wichtungen folgender Wertungsaspekte entscheidbar gemacht:

SÄULE 1: Baupreis (Investitionskosten)

SÄULE 2: Life-Cycle-Cost

SÄULE 3: Life-Cycle-Quality

SÄULE 4: Unternehmenspotenzial

Die Bedeutung der vierten Säule „Unternehmenspotenzial“ ist wichtig für die Langzeitverantwortung, insbesondere bei Gewährleistungsfristen. Sie wird zunehmend interessant, wenn in der Bau- und Immobilienwirtschaft „Systemanbieter“ bzw. „Systemführer“ beauftragt werden. Ähnlich wie in der Automobilindustrie versuchen leistungsfähige Anbieter von industriellen Bauprodukten neben der Lieferleistung ihrer Produkte die Qualität und Wirtschaftlichkeit der realisierten Bauteile (siehe oben) für den Endkunden als Gesamtleistung anzubieten. Dazu gehört zum Beispiel die Zertifizierung von Verlegefirmen durch Anbieter von Bodenbelagsmaterialien und die Übernahme von verlängerten Garantiefristen (bis zu 30 Jahren)

## Anhang Abbildungen

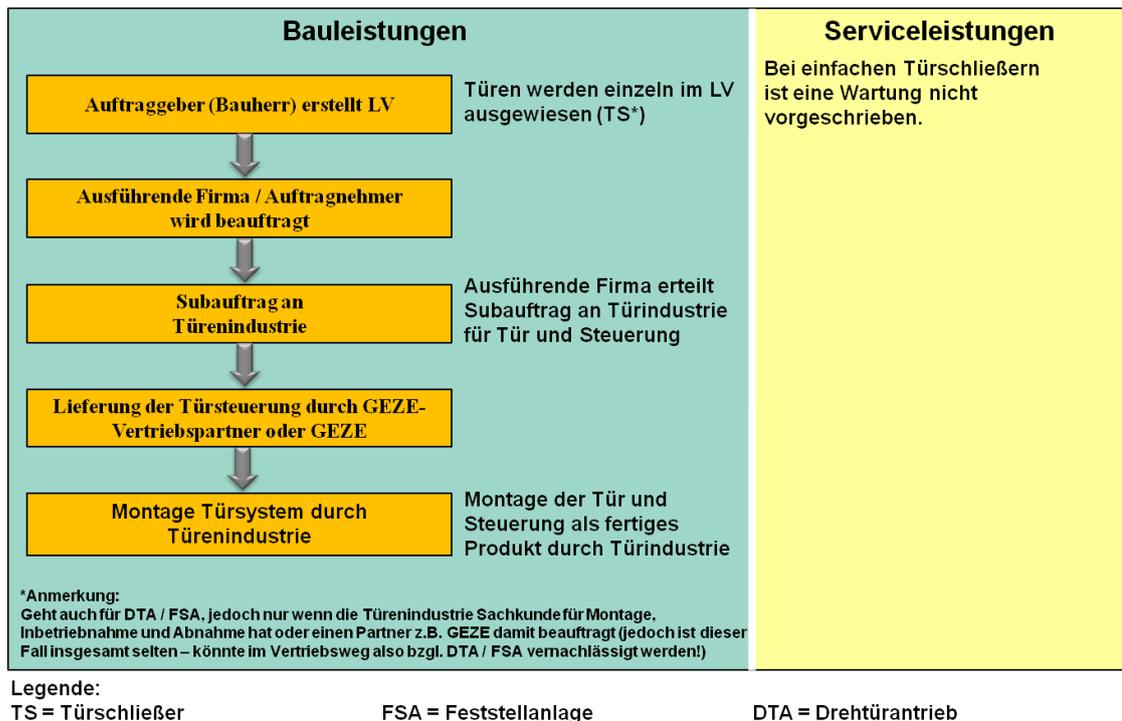


Abb. A 1: Vertriebsweg im Bauvorhaben: Montage durch Türenindustrie [GEZE 2008]

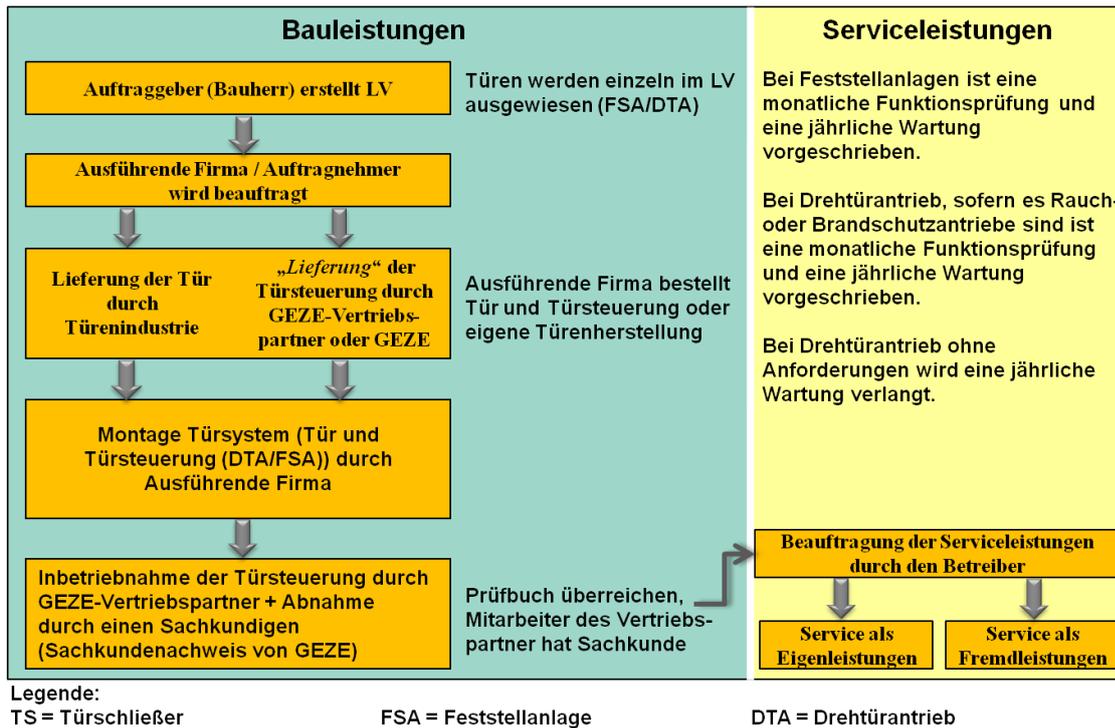


Abb. A 2: Vertriebsweg im Bauvorhaben - Montage durch ausführende Firma- Bauleistungen und Serviceleistungen [GEZE 2008]

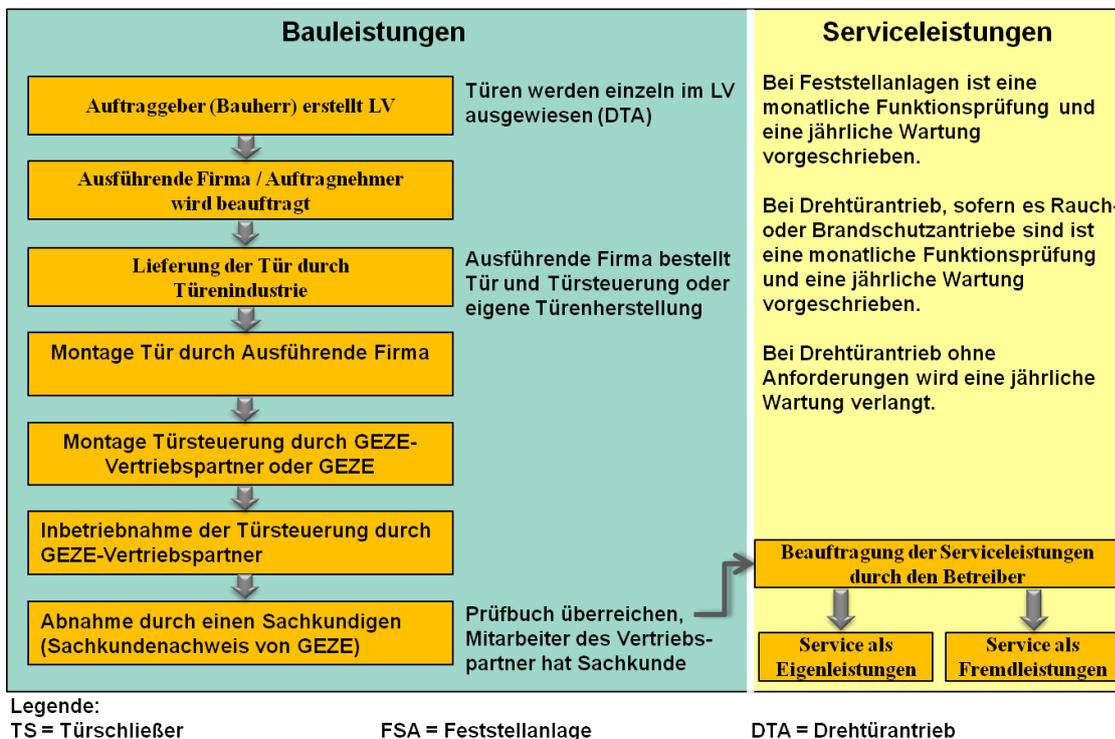


Abb. A 3: Vertriebsweg im Bauvorhaben - Montage durch ausführende Firma [GEZE 2008]

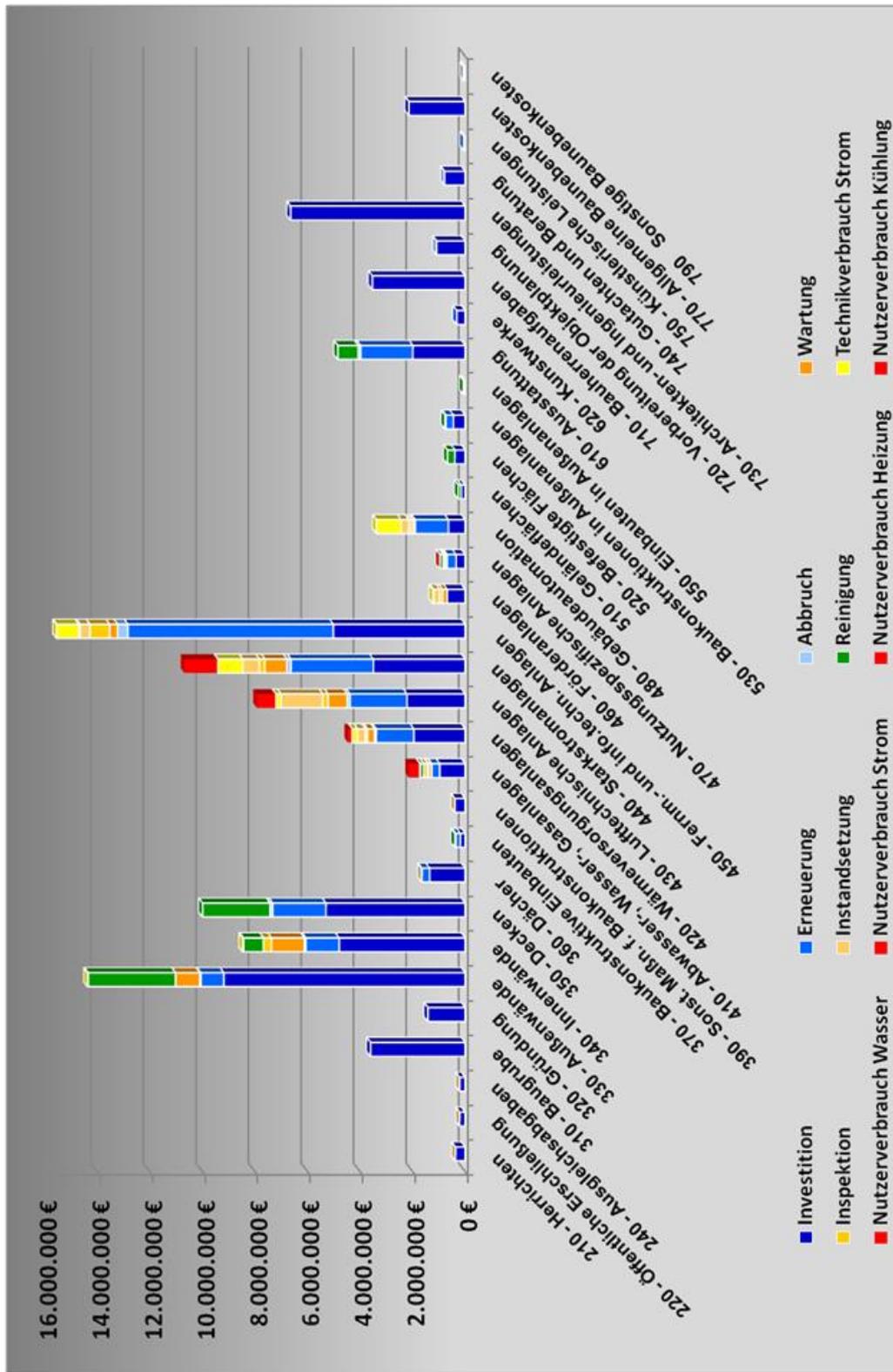


Abb. A 4: Computersimulation und Rechenmodell Strategischer Kostengruppen für ein Bürogebäude – PPP-Modell 2008 [© H. Balck]

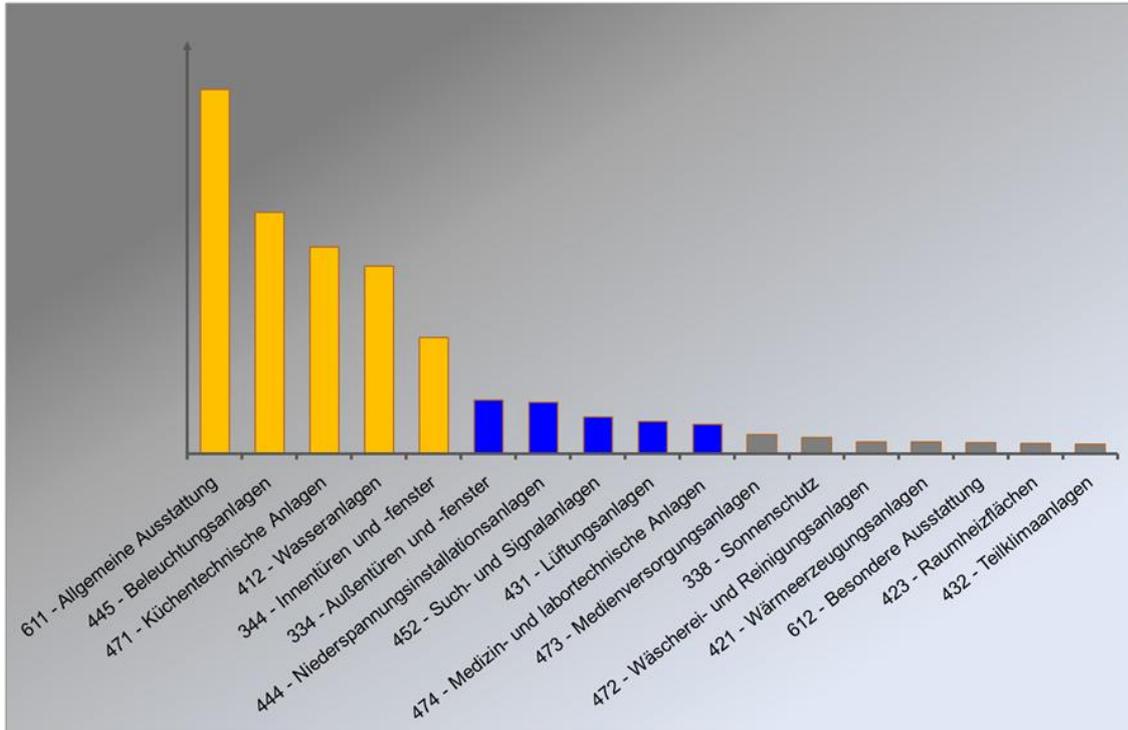


Abb. A 5: Häufigkeit von Entstörungen und kleinen Instandsetzungen in einem Bestand von Klinikgebäuden (1999-2005) [Klinikum Stuttgart-IPS Darstellung]

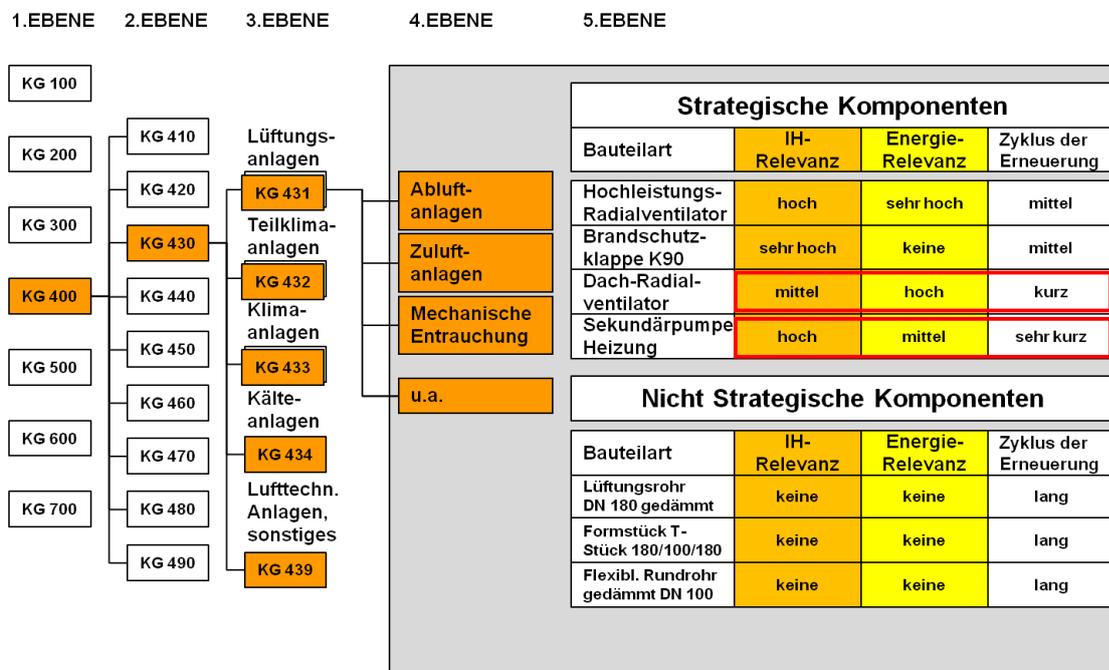


Abb. A 6: Relevanzbaum Kostengruppe 400 und RLT-Anlage Kostengruppe 431 DIN 276 [© H. Balck]

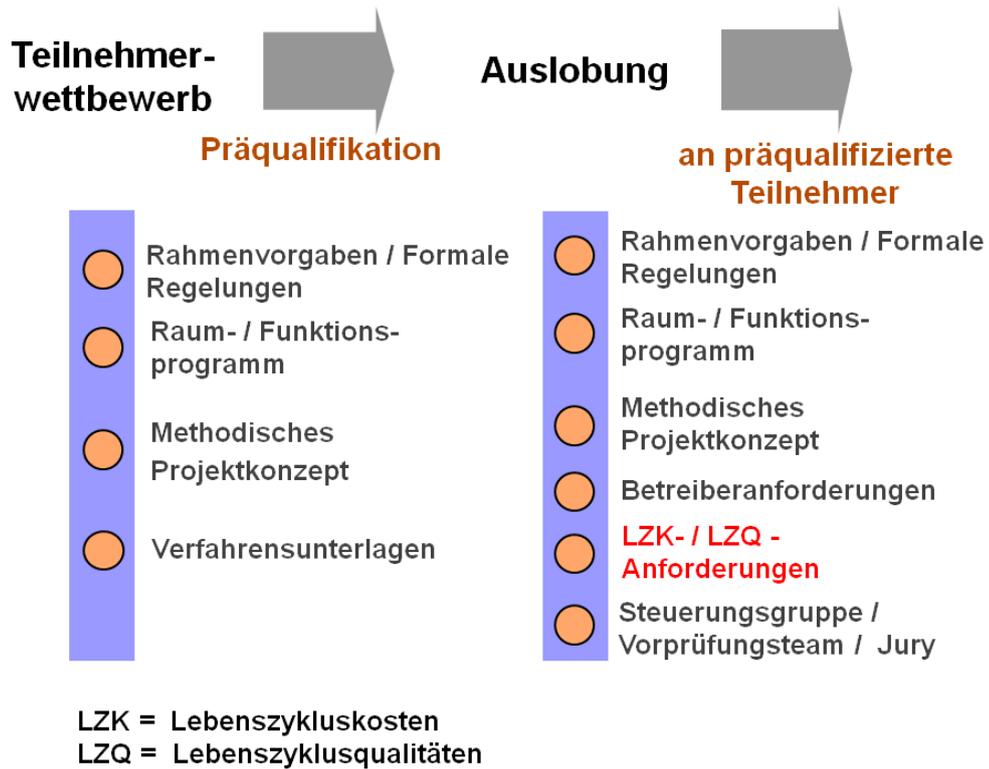


Abb. A 7: Lebenszyklusorientierte Projektmethodik - Wettbewerbsverfahren - Auslobung  
[© H. Balck]

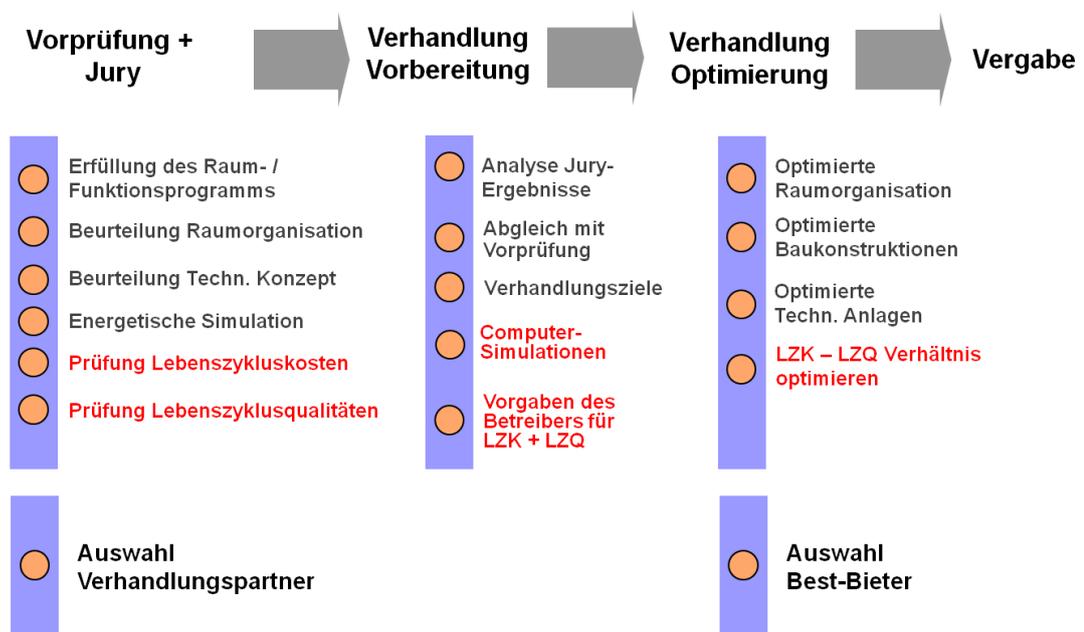


Abb. A 8: Lebenszyklusorientierte Projektmethodik - Wettbewerb - Verhandlungsverfahren  
[© H. Balck]

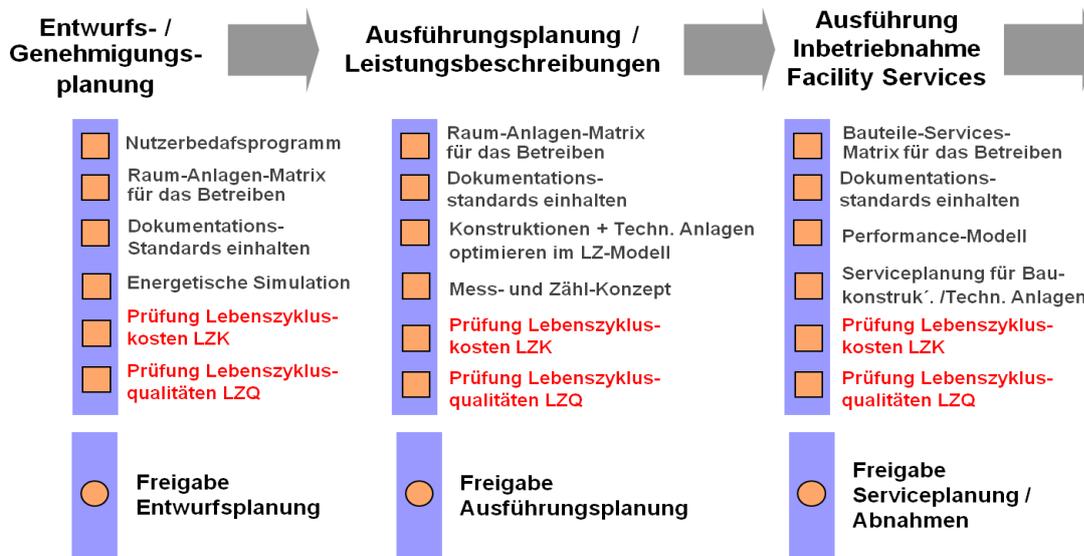


Abb. A 9: Lebenszyklusorientierte Projektmethodik – von der Entwurfsplanung bis zur Inbetriebnahme [© H. Balck]

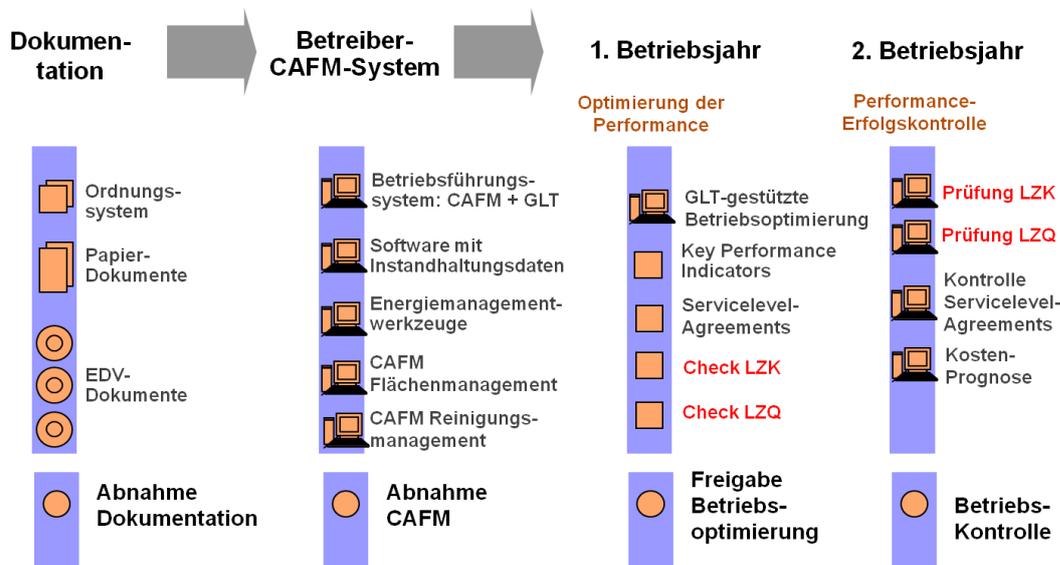


Abb. A 10: Lebenszyklusorientierte Projektmethodik - Projektabschluss und erste Betriebsjahre [© H. Balck]

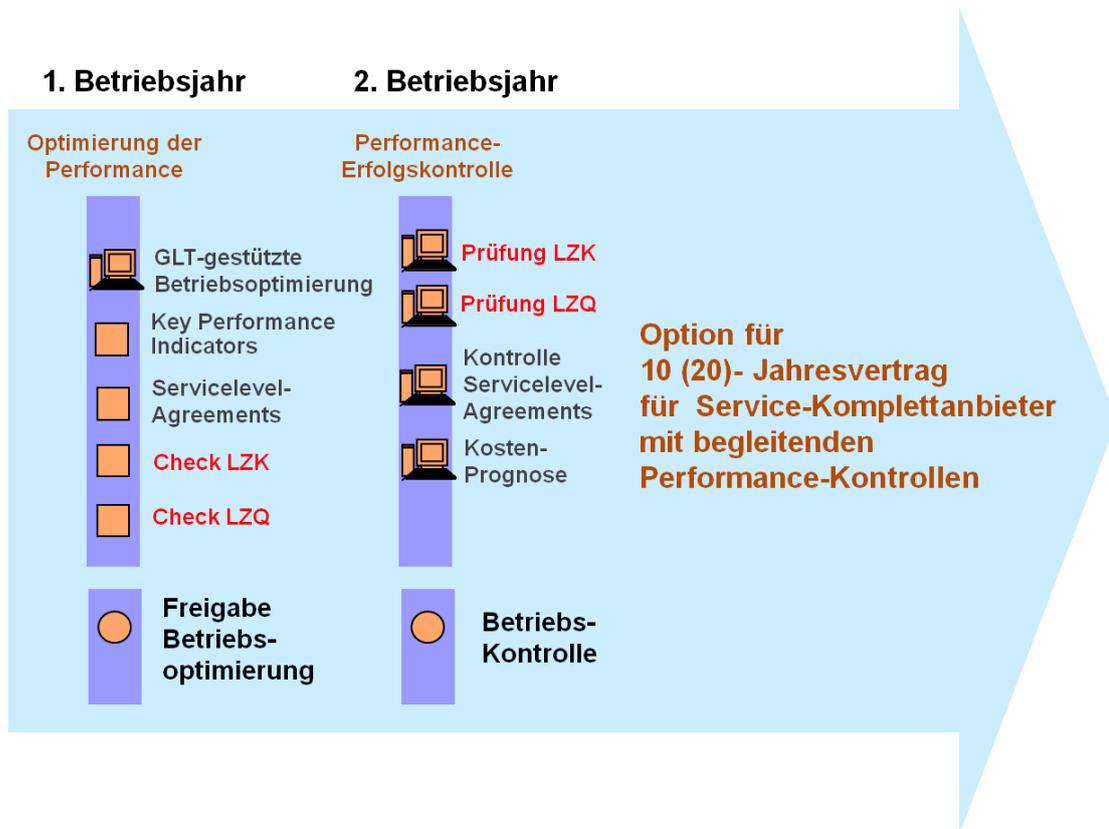
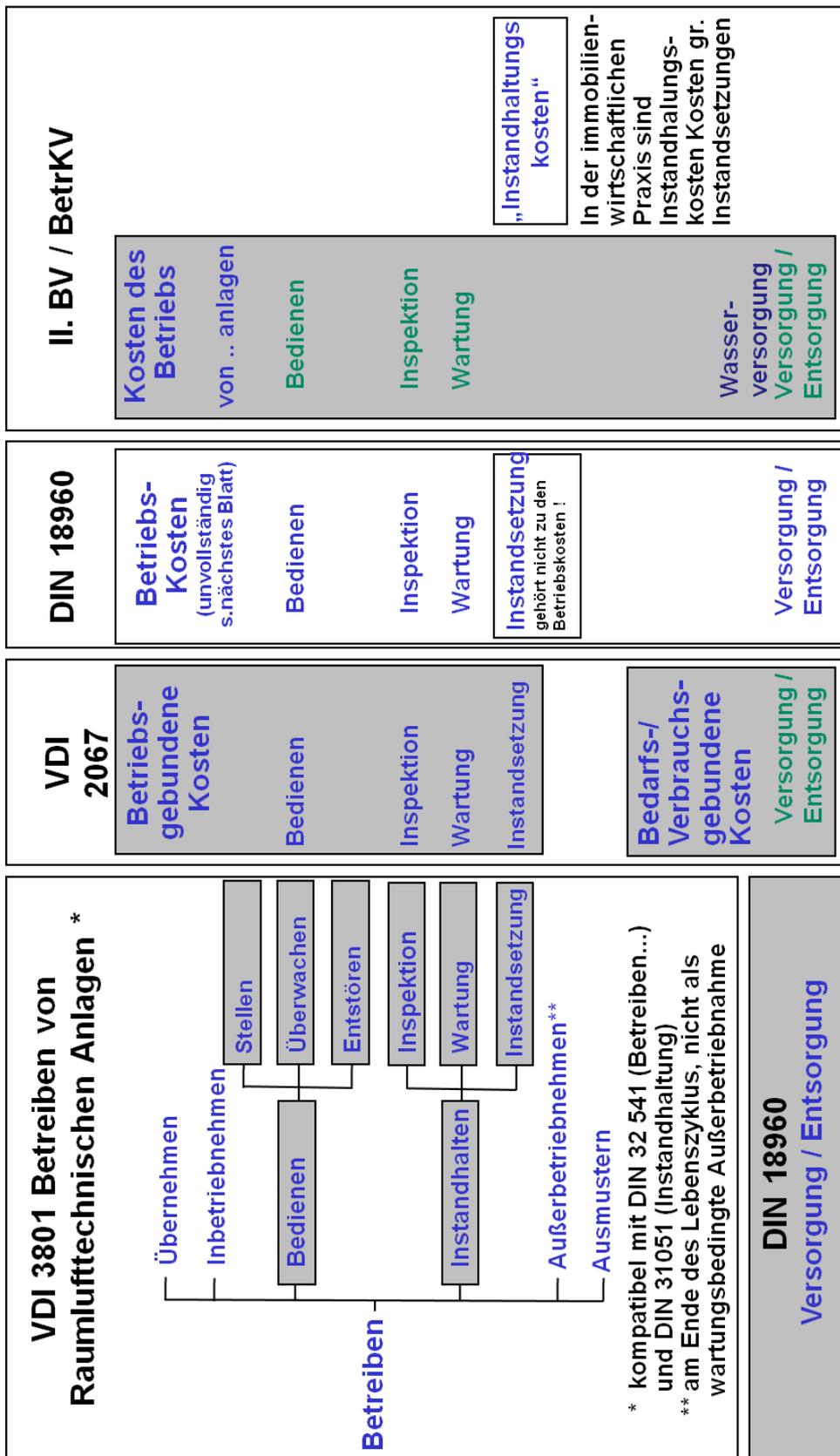


Abb. A 11: Lebenszyklusorientierte Projektmethodik - Übergang in Langzeit-Betreibervertrag [© H. Balck]



grün = begriffliche Parallelen  
 blau = Originalbegriffe

VDI 2067 = Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen    DIN 18960 = Nutzungskosten im Hochbau  
 BetrKV = Betriebskostenverordnung    II. BV = 2. Berechnungsverordnung

Abb. A 12: Systematischer Kostenvergleich bauwirtschaftlicher und immobilienwirtschaftlicher Regelwerke [© H. Balck]

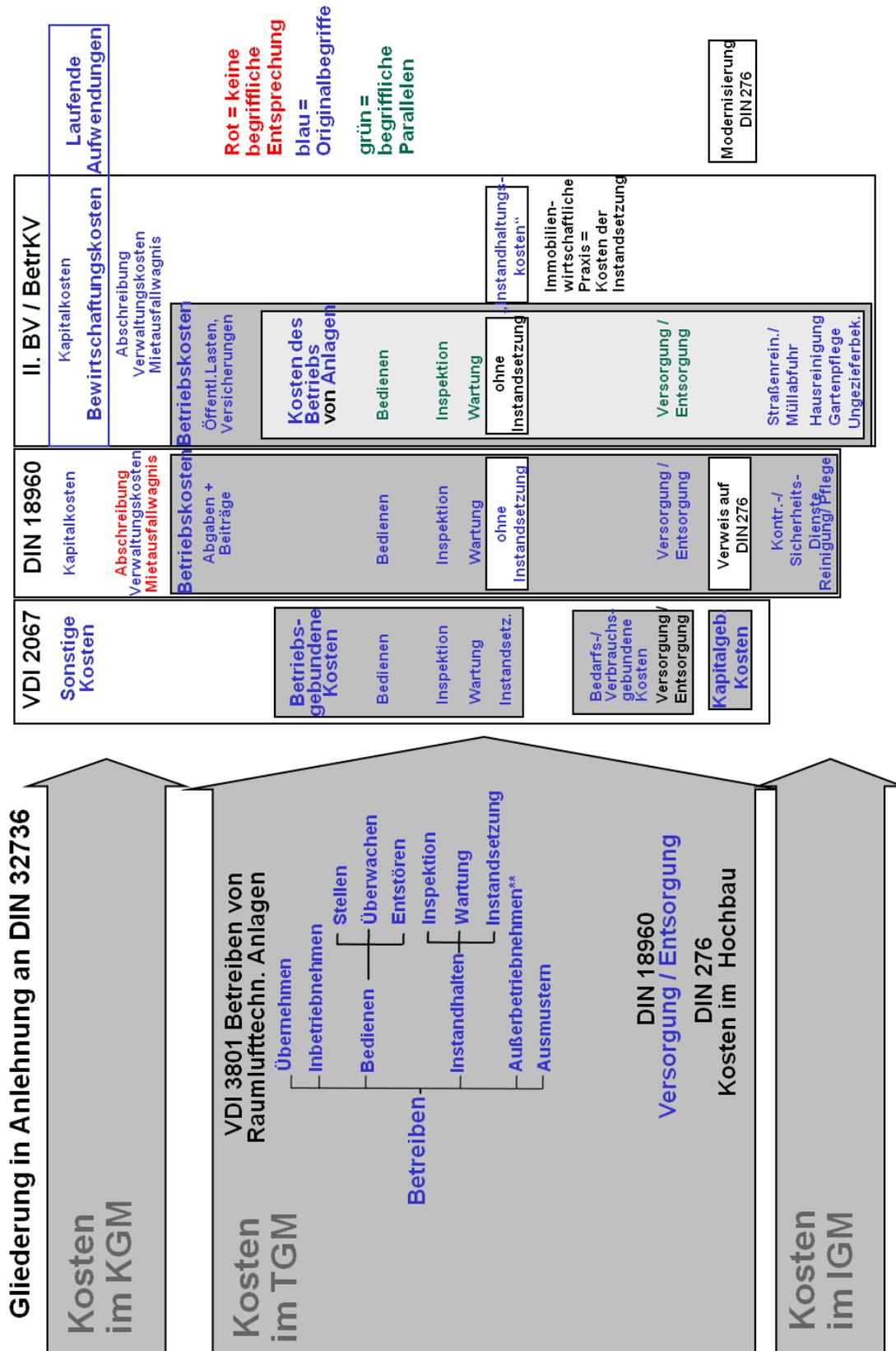


Abb. A 13: Systematischer Kostenvergleich bauwirtschaftlicher und immobilienwirtschaftlicher Regelwerke im Abgleich mit DIN 32736 [© H. Balck]

II. BV / BetrKV MIETER	DIX	
	MIETER	VERMIETER
<p><b>Bewirtschaftungskosten</b></p> <p>Abschreibung</p> <p>Verwaltungskosten</p> <p>Betriebskosten</p> <p>Instandhaltungskosten*</p> <p>Mietausfallwagnis</p>	<p><b>Umgelegte Bewirtschaftungskosten</b></p> <p>---</p> <p>Umgelegte Verwaltungskosten</p> <p>Umgelegte Betriebskosten</p> <p>Umgelegte Instandhaltungskosten *</p>	<p><b>Netto-Bewirtschaftungskosten</b></p> <p>---</p> <p>Nicht umgelegte Verwaltungskosten</p> <p>Nicht umgelegte Betriebskosten</p> <p>Nicht umgelegte Instandhaltungskosten</p> <p>Abgeschriebene Mietforderungen</p> <p>Vermietung/Vermarktung</p>
<p><b>Gesamtkosten</b> entspr. DIN 276</p>	<p><b>Investitionen für Umbau/ Modernisierungen (Vermieter / Mieter)</b> entspr. DIN 276</p>	

blau = Originalbegriffe

Abb. A 14: Kostenbegriffe des Deutschen Immobilien Index DIX [© H. Balck]

## Anhang Tabellen

Kostengruppe		Bezeichnung	Anzahl Bauteile	Mittelwert	Median	Mittelwert	Median	Mittelwert	Median
1. Stelle	2. Stelle			min.	min	max.	max	Mittel	Mittel
300		<b>Bauwerk - Baukonstruktion</b>	977	35	30	63	60	47	40
	310	Baugrube	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
	320	Gründung	26	72	80	132	150	91	100
	330	Außenwände	334	32	30	61	60	45	40
	340	Innenwände	157	37	30	65	70	50	50
	350	Decken	205	38	40	64	70	50	50
	360	Dächer	215	33	25	58	50	45	40
	370	Baukonstruktive Einbauten	40	22	20	39	40	30	30
	390	Sonstige Maßnahmen für Baukonstruktion	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
400		<b>Bauwerk - Technische Anlagen</b>	277	18	15	35	30	26	20
	410	Abwasser-, Wasser-, Gas-anlagen	78	21	15	39	30	39	20
	420	Wärmeversorgungsanlagen	52	21	15	38	30	29	20
	430	Lufttechnische Anlagen	49	12	10	28	25	21	20
	440	Starkstromanlagen	43	17	15	30	30	24	25
	450	Fernmelde- und informationstechnische Anlagen	16	10	10	19	19	14	15
	460	Förderanlagen	16	16	20	38	35	30	30
	470	Nutzungsspezifische Anlagen	23	19	15	42	40	25	20
	480	Gebäudeautomation	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
	490	Sonstige Maßnahmen für technische Anlagen	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
500		<b>Außenanlagen</b>		27	20	47	40	37	30
	510	Geländeflächen	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
	520	Befestigte Flächen		28	20	48	40	37	30
	530	Baukonstruktionen in Außenanlagen		28	23	47	40	37	30
	540	Technische Anlagen in Außenanlagen		32	30	60	60	49	50
	550	Einbauten in Außenanlagen		20	20	33	30	26	25
	560		k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
	570	Pflanz- und Saattflächen		13	10	27	30	19	20

Tabelle A 1: Nutzungsdauerangaben von ausgewählten Bauteilen der Kostengruppen 300, 400 und 500 nach DIN 276 [BBSR – Endfassung 2009]

## Anhang Tabellen

Kostengruppe			Bezeichnung	Mittelwert min.	Median min	Mittelwert max.	Median max	Mittelwert Mittel	Median Mittel
1. Stelle	2. Stelle	3.Stelle							
400			<b>Bauwerk - Technische Anlagen</b>	<b>18</b>	<b>15</b>	<b>35</b>	<b>30</b>	<b>26</b>	<b>20</b>
	<b>410</b>		Abwasser-, Wasser-, Gas-anlagen	21	15	39	30	39	20
		411	Abwasseranlagen	30	30	52	50	42	40
		412	Wasseranlagen	12	12	26	30	18	15
	<b>420</b>		<b>Wärmeversorgungsanlagen</b>	<b>21</b>	<b>15</b>	<b>38</b>	<b>30</b>	<b>29</b>	<b>20</b>
		421	Wärmeerzeugungsanlagen	15	15	29	30	21	20
		422	Wärmeverteilnetze	25	25	45	45	35	35
		423	Raumheizflächen	19	20	35	35	26	25
		429	Wärmeversorgungsanlagen, sonstiges	36	35	62	65	50	45
	<b>430</b>		<b>Lufttechnische Anlagen</b>	<b>12</b>	<b>10</b>	<b>28</b>	<b>25</b>	<b>21</b>	<b>20</b>
		431	Lüftungsanlagen	13	10	29	25	22	20
		434	Kälteanlagen	11	10	27	25	19	20
	<b>440</b>		<b>Starkstromanlagen</b>	<b>17</b>	<b>15</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>24</b>	<b>25</b>
		441	Hoch- und Mittelspannungsanlagen	20	20	30	30	25	25
		442	Eigenstromversorgungsanlagen	16	15	27	25	21	20
		443	Niederspannungsschaltanlagen	20	20	30	30	25	25
		444	Niederspannungsinstallationsanlagen	15	12	24	25	20	20
		445	Beleuchtungsanlagen	17	15	31	30	26	25
		446	Blitzschutz- und Erdungsanlagen	20	20	30	30	25	25
	<b>450</b>		<b>Fernmelde- und informationstechnische Anlagen</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>14</b>	<b>15</b>
		451	Telekommunikationsanlagen	9	9	17	17	14	14
		455	Such- und Signalanlagen	5	5	12	12	8	8
		456	Gefahrenmelde- und Alarmanlagen	11	10	20	20	15	15
	<b>460</b>		<b>Förderanlagen</b>	<b>16</b>	<b>20</b>	<b>38</b>	<b>35</b>	<b>30</b>	<b>30</b>
		461	Aufzugsanlagen	20	20	50	50	40	40
		462	Fahrtreppen, Fahrsteige	20	20	35	35	30	30
		463	Befahranlagen	20	20	35	35	30	30
		469	Förderanlagen, sonstiges	11	10	31	35	22	25
	<b>470</b>		<b>Nutzungsspezifische Anlagen</b>	<b>19</b>	<b>15</b>	<b>42</b>	<b>40</b>	<b>25</b>	<b>20</b>
		475	Feuerlöschanlagen	19	15	42	40	25	20
	<b>480</b>		<b>Gebäudeautomation</b>	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
	<b>490</b>		<b>Sonstige Maßnahmen für technische Anlagen</b>	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.

Tabelle A 2: Nutzungsdauerangaben von ausgewählten Bauteilen der Kostengruppe 400 nach DIN 276 [BBSR – Endfassung 2009]

Regelwerk	Erst-kosten	Folge-kosten	Anwendungsfokus		
			Unternehmen / Institution	Bauwerk als Gesamtheit	Bauteile / Produkte
DIN 276-1 Kosten im Bauwesen/ Hochbau	+++	+	++ selten angewendet	+++ projektbezogen	+++ projektbezogen
DIN 18960 Nutzungskosten im Hochbau	-	+++	+++ (verbreitet in Eigennutzer- Verwaltung)	+++ projekt- und bestands- bezogen	++ projekt- und bestands- bezogen
VDI 2067 Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen	+++	+++	-	+++ projektbezogen	+++ projektbezogen
VDI 6025 Betriebswirtschaftliche Berechnungen für Investitionsgüter und Anlagen	+++	+++	-	+++ projektbezogen	+++ projektbezogen
VDMA 34160 Prognosemodell für die Lebenszykluskosten von Maschinen und Anlagen		+++	-	+++ projektbezogen	+++ projektbezogen
VDMA Leistungsprogramme	-	+++	-	+++ bestandsbezogen	+++ bestandsbezogen
AMEV Regelwerke Bedienen/Wartung (Basis: VDMA-Leistungsprogramme)	-	+++	-	+++ bestandsbezogen	+++ bestandsbezogen

+++ = sehr geeignet / ++ = geeignet / + = ergänzende Regelwerke erforderlich / - = nicht geeignet

Tabelle A 3: Durchmusterung der kostenbezogenen Regelwerke der Bauwirtschaft [IPS]

Regelwerk	Erst-kosten	Folge-kosten	Anwendungsfokus		
			Unternehmen / Institution	Bauwerk als Gesamtheit	Bauteile / Produkte
II. Berechnungsverordnung (ohne BetrKV)	+	-	+++	+	-
BetrKV Betriebskostenverordnung	-	+++	++	+	-
WertV Wertverordnung	+	+	+	+++	-
DIX (IPD) Bewirtschaftungskosten	+	++	+	+++	-

+++ = sehr geeignet / ++ = geeignet / + = ergänzende Regelwerke erforderlich / - = nicht geeignet

Tabelle A 4: Durchmusterung der kostenbezogenen Regelwerke der Immobilienwirtschaft [IPS]

Zyklusklassen	Vorlaufphasen	Phasen mit Nutzenstiftung	Nachlaufphasen
Lebenszyklus eines Bauwerks bzw. Erstzyklus von Bauwerksbestandteilen	Projektentwicklung/ Investitionsphasen (HOAI)	Nutzungs- und Betriebsphasen	Abbruch/Entsorgung/ Verwertung
Erneuerungszyklen von konstruktiven Einheiten/ Bauteilen/Komponenten	Instandsetzungs-/ Modernisierungsmaßnahmen (incl. Demontage/ Entsorgung/Verwertung)	Nutzungs- und Betriebsphasen	Abbruch/Entsorgung/ Verwertung am Ende der Erneuerungszyklen
Produktlebenszyklus	Produktentwicklung	Markteinführung, Wachstumsphase, Reifephase, Marktsättigung	Degenerationsphase

Tabelle A 5 Lebenszyklusphasen bei Lebenszyklusobjekten und Produkten [IPS]

	<b>Kostenarten in den Lebenszyklusphasen von Bauteilen*</b>	<b>DIN - Basis</b>
<b>1</b>	<b>Bauteil-Investitionskosten (in der Investitionsphase)</b>	<b>DIN 276</b>
	Betrachtet werden Kostengruppen der DIN 276 in KG 300 / KG 400 / KG 500 mit erweiterter Objekthierarchie, ggf. bis zur 6.Stelle und anteilige Kosten nach KG 700. Ersatzinvestitionen werden in Erneuerungsketten betrachtet.	
<b>2</b>	<b>Bauteil-Betriebskosten (in der Bestandsphase)</b>	<b>DIN 18960</b>
	<p>Bauteileigenschaften bzw. bauteilabhängige Prozesse können Verursacher von Betriebskosten sein. Folgende Kostengruppen der DIN 18960 sind relevant:</p> <p style="padding-left: 40px;">KG 310 Versorgung KG 320 Entsorgung KG 330 Reinigung und Pflege von Gebäuden KG 340 Reinigung und Pflege von Außenanlagen KG 350 Bedienung, Inspektion und Wartung</p> <p>Folgende Kostengruppen der DIN 18960 sind teilw. relevant /nicht relevant:</p> <p style="padding-left: 40px;">KG 360 Sicherheits- Überwachungsdienste KG 370 Abgaben und Beiträge KG 390 Betriebskosten, sonstiges</p>	
<b>3</b>	<b>Bauteil-Instandsetzungskosten (in der Bestandsphase)</b>	<b>DIN 18960</b>
	<p>Instandsetzungskosten für Bauteile werden ausschließlich innerhalb der Nutzungsdauern der betrachtenden Bauteile erfasst. Kosten werden nach KG 400 der DIN 18960 ermittelt.</p> <p>Auch der Austausch von Verschleißteilen, bzw. Ersatzteilen gehört zu den Bauteil-Instandsetzungskosten, da sie innerhalb der Nutzungsdauer des betrachteten Bauteils anfallen. „Große Instandsetzungen“/„Großreparaturen“ werden <u>nicht</u> betrachtet.</p>	
<b>4</b>	<b>Bauteil-Erneuerungskosten (in Erneuerungsketten)</b>	<b>DIN 276</b>
	<p>Betrachtet werden Erneuerungsketten von Bauteilen innerhalb eines Betrachtungszeitraumes.</p> <p>Siehe Kostenprofil für Bauteil-Erneuerungsketten.</p>	
<b>5</b>	<b>Bauteil – Verwertungskosten (in der Verwertungsphase)</b>	<b>DIN 276</b>
	<p>Verwertungskosten für Bauteile aus Abbruch / Entsorgung sind ggf. abhängig von der Position des Bauteils in einer Erneuerungskette Im Anfangsglied und Mittelglied sind die Verwertungskosten Teil der Erneuerungskosten Kostenermittlung nach DIN 276 :</p> <p>-- Bauteilbezogene Abbruch- Entsorgungskosten -- Bauteilbezogene Planungs- / Organisationskosten der Verwertungsphase</p>	
* Bauteile sind definiert als Identitäten innerhalb ihrer Nutzungsdauer. Im Erneuerungsfall handelt es sich um neue Bauteile		

Tabelle A 6: Kostenarten in den Lebenszyklusphasen von Bauteilen

	<b>Kostenprofil in Bauteil-Erneuerungsketten* (Bauteil-Lebenszyklusobjekt)</b>	<b>DIN - Basis</b>
<b>1</b>	<b>Bauteil-Investitionskosten des Anfangsbauteils</b>	<b>DIN 276</b>
	Investitionskosten des Anfangsglieds einer Bauteil-Erneuerungskette. Kostenermittlung nach DIN 276	
<b>2</b>	<b>Bauteil-Betriebskosten in der Erneuerungskette</b>	<b>DIN 18960</b>
	Summe der Bauteil-Betriebskosten in den Nutzungsdauern aller Bauteile entlang der Bauteil-Erneuerungskette im Betrachtungszeitraum. Kostenermittlung nach DIN 18960	
<b>3</b>	<b>Bauteil-Instandsetzungskosten in der Erneuerungskette</b>	<b>DIN 18960</b>
	Summe der Bauteil-Instandsetzungskosten in den Nutzungsdauern aller Bauteile entlang der Bauteil-Erneuerungskette im Betrachtungszeitraum. Kostenermittlung nach DIN 18960	
<b>4</b>	<b>Bauteil – Erneuerungskosten der Erneuerungskette</b>	<b>DIN 276</b>
	Summe der Bauteil-Bauteil-Erneuerungskosten aller Bauteile entlang der Bauteil-Erneuerungskette im Betrachtungszeitraum. In Anlehnung an VDI 2067 und AMEV wird die Erneuerung von Bauteilen <u>nicht</u> den Instandsetzungskosten zugeordnet. Grundlage der Berechnung ist der Erneuerungszyklus innerhalb der übergeordneten Nutzungsdauer (Bauwerk-Subsystem/ Bauwerk/ Außenanlagen) auf Basis der Anfangsinvestition (Pos. 1). Kostenermittlung nach DIN 276 : -- Abbruch- Entsorgungskosten je Alt-Bauteil (vgl. Pos. 5) -- Bauteil-Investitionskosten (Wiederbeschaffungskosten) je Neu-Bauteil (wie Pos. 1) -- Planungs- / Organisationskosten je Erneuerungsmaßnahme	
<b>5</b>	<b>Bauteil – Verwertungskosten des Endbauteils</b>	<b>DIN 276</b>
	Verwertungskosten für Bauteile aus Abbruch / Entsorgung sind entweder Bestandteil von Pos. 4 oder entstehen als Endglied am Ende der Bauteil-Erneuerungskette bei Abbruch des Bauwerks / Bauwerk-Subsystems. Kostenermittlung nach DIN 276 :: -- Bauteilbezogene Abbruch- Entsorgungskosten -- Bauteilbezogene Planungs- / Organisationskosten der Verwertungsphase	
* Erneuerungsketten bestehen aus Bauteil-Identitäten mit Anfangsglied, Mittelgliedern und Endglied. Solche Bauteile können baugleich oder zeitgemäß verändert sein.		

Tabelle A 7: Standard-Kostenprofil für Bauteil-Erneuerungsketten

<b>Lebenszyklus-Kostenprofil Außenfenster für eine Bauteil-Erneuerungskette</b>		<b>Wichtung LZK-Anteil*</b>
Betrachtet werden alle Bauteile der Erneuerungskette KG Angaben mit xx sind Stellen-Variablen der Objekthierarchie		<b>* beispielhaft</b>
<b>1</b>	<b>Investitionskosten – Außenfenster (Anfangsbauteil)</b>	<b>hoch</b>
	<b>Relevante Kostengruppen DIN 276</b> aus KG 334 Außentüren und Außenfenster KG 334.xx Außenfenster aus KG 700 Baunebenkosten KG 7xx anteilige Baunebenkosten für Außenfenster	
<b>2</b>	<b>Betriebskosten – Außenfenster (alle Bauteile der Kette)</b>	<b>hoch</b>
	<b>Relevante Kostengruppen DIN 18960</b> aus KG 310 Versorgung KG 3xx Anteil thermischer Energie, bedingt durch Produkteigenschaften** KG 316 Strom ( z.B. bei Stellantrieben für Kippflügel) aus KG 330 Reinigung und Pflege von Gebäuden KG 332 Glasreinigung Außenfenster aus KG 352 Inspektion und Wartung der Baukonstruktion KG 352.xx Inspektion und Wartung Außenfenster  ** ermittelt als relativer Anteil zu einem Referenzbauteil bei der Bewertung von Bauteil- / Produktalternativen	hoch gering sehr hoch mittel
<b>3</b>	<b>Instandsetzungskosten – Außenfenster (alle Bauteile)</b>	<b>gering</b>
	<b>Relevante Kostengruppen DIN 18960</b> aus KG 412 Außenwände KG 412.xx Instandsetzung Außenfenster	mittel
<b>4</b>	<b>Erneuerungskosten* – Außenfenster (Ersatzbauteile)</b>	<b>hoch</b>
	Nutzungsdauer (ND): 30 - 50 Jahre (BBSR, Nutzungsdauerangaben, 2009)  <b>Relevante Kostengruppen DIN 276</b> aus KG 334 Außentüren und Außenfenster KG 334 xx Außenfenster (Wiederbeschaffung je Neu-Bauteil) aus KG 394 Abbruchmaßnahmen KG 394 xx anteilige Abbruchkosten je Alt-Bauteil Außenfenster aus KG 396 Recycling, Zwischendeponierung und Entsorgung KG 396 xx anteilige Kosten je Alt-Bauteil der Außenfenster aus KG 700 Baunebenkosten KG 7xx anteilige Baunebenkosten für Außenfenster je Erneuerungsmaßnahme	abhängig von ND
<b>5</b>	<b>Verwertungskosten – Außenfenster (Endbauteil)</b>	<b>mittel</b>
	Pos. 5 betrifft nur Kosten im Endglied der Bauteil-Erneuerungskette (Abbruch des Bauteils zeitgleich mit dem Abbruch des übergeordneten Bauwerk-Subsystems / Bauwerks) Kostengruppen wie Pos. 4	

Tabelle A 8: Standard-Kostenprofil für Bauteil-Erneuerungsketten – Beispiel Außenfenster

<b>Lebenszyklus-Kostenprofil Umwälzpumpe für eine Bauteil-Erneuerungskette</b>		<b>Wichtung LZK-Anteil*</b>
Betrachtet werden alle Bauteile der Erneuerungskette KG Angaben mit xx sind Stellen-Variablen der Objekthierarchie		<b>* beispielhaft</b>
<b>1</b>	<b>Investitionskosten – Umwälzpumpe (Anfangsbauteil)</b>	<b>mittel</b>
	<b>Relevante Kostengruppen DIN 276</b> aus KG 422 Wärmeverteilnetze KG 422.xx Umwälzpumpen Heizung aus KG 700 Baunebenkosten KG 7xx anteilige Baunebenkosten für Umwälzpumpen	
<b>2</b>	<b>Betriebskosten – Umwälzpumpe (alle Bauteile der Kette)</b>	<b>hoch</b>
	<b>Relevante Kostengruppen DIN 18960</b> aus KG 310 Versorgung KG 3xx Anteil thermischer Energie, bedingt durch Betriebsprozesse der Umwälzpumpen) KG 316 Strom (Antriebsenergie u.a. Eigenverbrauch) aus KG 320 Entsorgung der Umwälzpumpen aus KG 353 Inspektion und Wartung KG 353.xx Inspektion und Wartung der Umwälzpumpen	hoch sehr hoch gering
<b>3</b>	<b>Instandsetzungskosten – Umwälzpumpe (alle Bauteile)</b>	<b>gering</b>
	<b>Kostengruppen DIN 18960</b> aus KG 422 Wärmeversorgungsanlagen KG 422.xx Instandsetzung der Umwälzpumpen	gering
<b>4</b>	<b>Erneuerungskosten* – Umwälzpumpe (Ersatzbauteile)</b>	<b>mittel</b>
	Nutzungsdauer (ND): 10 - 30 Jahre (BBSR, Nutzungsdauerangaben 2009) <b>Kostengruppen DIN 276</b> Aus KG 422 Wärmeverteilnetze KG 422.xx Investitionskosten der Umwälzpumpen aus KG 494 Abbruchmaßnahmen (Techn. Anlagen) KG 494.xx Abbruch–Demontage der Umwälzpumpen aus KG 496 Recycling, Zwischendeponierung und Entsorgung KG 496.xx Maßnahme zur Entsorgung der Umwälzpumpen aus KG 700 Baunebenkosten KG 7xx anteilige Baunebenkosten für Umwälzpumpen	abhängig von ND
<b>5</b>	<b>Verwertungskosten - Umwälzpumpe (Endbauteil)</b>	<b>mittel</b>
	Pos. 5 betrifft nur Kosten im Endglied der Bauteil-Erneuerungskette (Abbruch des Bauteils zeitgleich mit dem Abbruch des übergeordneten Bauwerk-Subsystems /Bauwerks) Kostengruppen wie Pos. 4	

Tabelle A 9: Standard-Kostenprofil für Bauteil-Erneuerungsketten – Beispiel Umwälzpumpe

100 Grundstück	
<b>DIN 276 Kosten des Planungs- Objekts</b>	200 Herrichten und Erschließen 2%
	300 Bauwerk – Baukonstruktionen 70%
	400 Bauwerk - Technische Anlagen 20%
	500 Außenanlagen 3%
	600 Ausstattung und Kunstwerke 5%
	700 Baunebenkosten

Tabelle A 10: Relevanzanalyse der DIN 276- Kostengruppen für Bürogebäude im Hinblick auf Folgekosten

100 Grundstück			
<b>100%</b>	200 Herrichten und Erschließen 2%		
	300 Bauwerk - Baukonstruktionen 70%	<b>300 Baukonstruktionen 100%</b>	<b>70 %</b>
	400 Bauwerk - Technische Anlagen 20%		
	500 Außenanlagen 3%		
	600 Ausstattung und Kunstwerke 5%		
	700 Baunebenkosten		
		310 Baugrube 6,3%	4,8%
		320 Gründung 5,9%	4,5%
		330 Außenwände 29,9%	22,7%
		340 Innenwände 17,4%	13,2%
		350 Decken 17,8%	13,5%
		360 Dächer 10,4%	7,9%
		370 Baukonstruktiver Einbau 2,4%	1,8%
		390 Sonst. Baukonstruktionen 9,5%	7,2%
	<b>100%</b>	<b>400 Technische Anlagen 100%</b>	<b>20 %</b>
		410 bwasser, Wasser, Gas 14,3%	3,4%
		420 Wärmeversorgungsanlagen 13,3%	3,2%
		430 Lufttechnische Anlagen 20,3%	4,9%
		440 Starkstromanlagen 24,8%	5,9%
		450 Fernmeldeanlagen 2,1%	0,5%
		460 Förderanlagen 9,0%	2,1%
		470 Nutzungsspezifische Anlagen 13,7%	3,3%
		480 Gebäudeautomation 2,0%	0,5%

Tabelle A 11: Ermittlung Strategischer Kostengruppen und Bauteile - Zweistellige Kostengruppen der KG 300 / 400

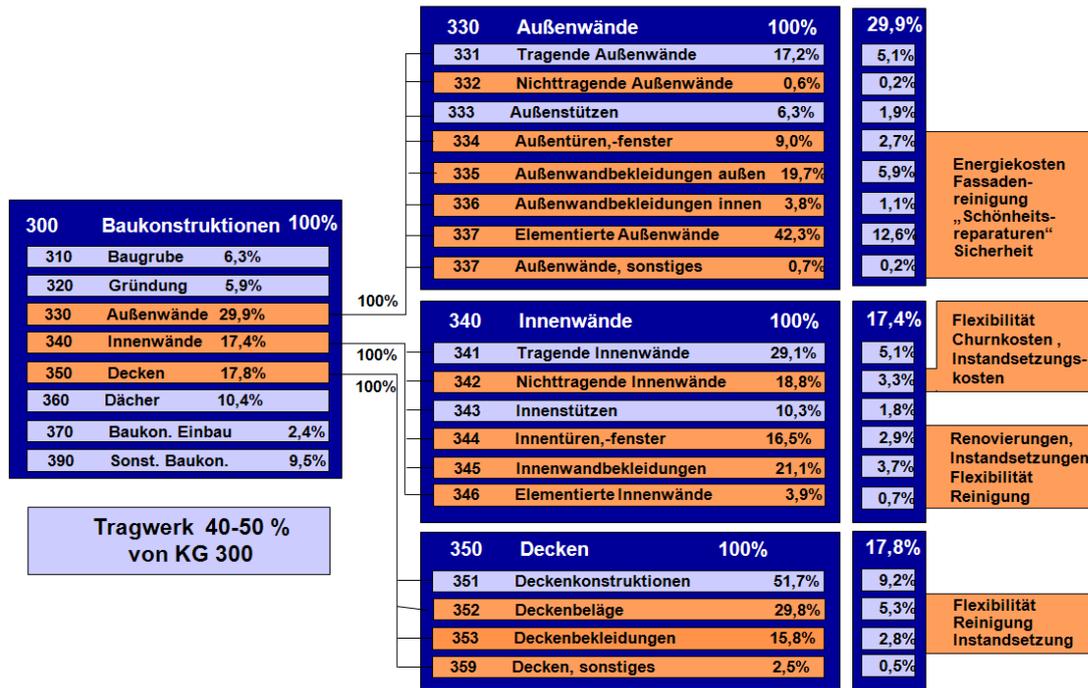


Tabelle A 12: Ermittlung Strategischer Kostengruppen und Bauteile - Dreistellige Kostengruppen der KG 300

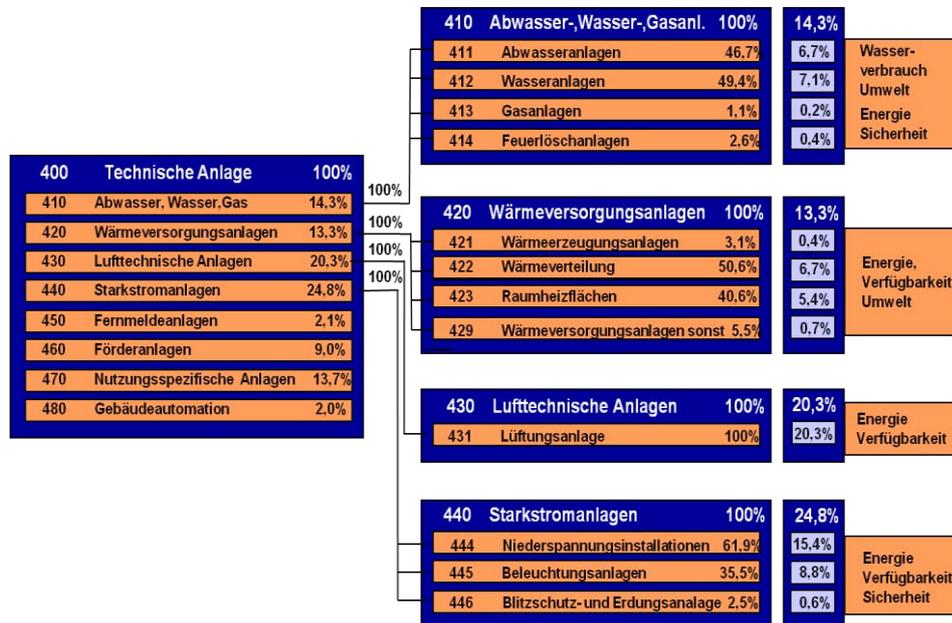


Tabelle A 13: Ermittlung Strategischer Kostengruppen und Bauteile - Dreistellige Kostengruppen der KG 400

KG	Kostengruppen nach DIN 276	Erneuerung [N]	Reini- gung / Pflege [R]	Techn. Service [T]	Energ. aktiv Eigen- verbrauch [E]	Energ. aktiv Nutzer- verbrauch [S]	Energ. passiv [P]	Folgekosten- Index FKI
338	Sonnenschutz	NN	RRR	TTTT	E	S	PPP	14
431	Lüftungsanlagen	NNNN	R	TTT	EE	SS	P	13
432	Teilklimaanlagen	NNNN	R	TTT	EE	SS	P	13
433	Klimaanlagen	NNNN	R	TTT	EE	SS	P	13
445	Beleuchtungsanlagen	NNN	R	TTTT	EE	SS	P	13
471	Küchentechnische Anlagen	NNNN	RRR	TTTT	EE			13
472	Wäscherei- und Reinigungsanlagen	NNNN	RRR	TTTT	EE			13
474	Medizin-/labortechnische Anlagen	NNNN	RRR	TTTT	EE			13
412	Wasseranlagen	NNNN		TTT	EE	SS	P	12
434	Kälteanlagen	NNNN		TTT	EE	SS	P	12
476	Badetechnische Anlagen	NNNN	RR	TT	EE	SS		12
477	Prozesswärme-, kälte- und -luftanlagen	NNNN	R	TTT	EE	SS		12
334	Außentüren und -fenster	N	RRRR	T	E	S	PPP	11
421	Wärmeerzeugungsanlagen	NNNN		TT	EE	SS	P	11
461	Aufzugsanlagen	NNN	RR	TTTT	EE			11
462	Fahrtreppen, Fahrsteige	NNN	RR	TTTT	EE			11
464	Transportanlagen	NNNN	R	TTTT	EE			11
478	Entsorgungsanlagen	NNN	RRR	TTT	EE			11
481	Automationssysteme	NNNN		TTT	EE	SS		11
483	Management- und Bedieneinrichtungen	NNNN		TTT	EE	SS		11

Tabelle A 14: Methodik zur Ermittlung des Folgekosten-Index - [© H. Balck]

KG	Kostengruppen nach DIN 276	Erneuerung [N]	Reinigung / Pflege [R]	Techn. Service [T]	Energ. aktiv Eigenverbrauch [E]	Energ. aktiv Nutzerverbrauch [S]	Energ. passiv [P]	Folgekosten-Index FKI
489	Gebäudeautomation, sonstiges	NNNN		TT	EE	SS		10
546	Starkstromanlagen	NNNN	R	TT	EE	S		10
547	Fernmelde- und informations-technische Anlagen	NNNN		TTTT	EE			10
423	Raumheizflächen	NNN	R	TTT		SS		9
443	Niederspannungsschaltanlagen	NNN		TTT	E	SS		9
456	Gefahrenmelde- und Alarmanlagen	NNNN		TTT	EE			9
473	Medienversorgungsanlagen	NNNN		TTT	EE			9
482	Schaltschranke GA	NNNN		TTT	EE			9
545	Lufttechnische Anlagen	NNNN		TTT	E	S		9
548	Nutzungsspezifische Anlagen	NNNN		TT	EE	S		9
612	Besondere Ausstattung	NNNN	R	TTT	E			9
344	Innentüren und -fenster	N	R	TTTT	E	S		8
419	Abwasser-, Wasser-, Gasanlagen, sonstiges	NNN	RR	TT			P	8
439	Lufttechnische Anlagen, sonstiges	NNN		TT	E	SS		8
451	Telekommunikationsanlagen	NNNN		TTT	E			8
452	Such- und Signalanlagen	NNNN		TT	EE			8
453	Zeitdienstanlagen	NNNN		TT	EE			8
459	Fernmelde- und inform. Techn. Anlagen,	NNNN		TTT	E			8
485	Übertragungsnetze	NNNN		TTT	E			8
541	Abwasseranlagen	NNN	RR	TT	E			8
575	Rasen und Ansaaten	NNNN	RRRR					8
611	Allgemeine Ausstattung	NNNN	RRR	T				8
364	Dachbekleidungen	N		T	E		PPPP	7

Tabelle A 14: Methodik zur Ermittlung des Folgekosten-Index - [© H. Balck

KG	Kostengruppen nach DIN 276	Erneuerung [N]	Reini- gung / Pflege [R]	Techn. Service [T]	Energ. aktiv Eigen- verbrauch [E]	Energ. aktiv Nutzer- verbrauch [S]	Energ. passiv [P]	Folgekosten- Index FKI
413	Gasanlagen	NNN		T	EE	S		7
422	Wärmeverteilnetze	NN		TT	EE	S		7
441	Hoch- und Mittelspannungsanlagen	NNN		TTT	E			7
454	Elektroakustische Anlagen	NNNN		TT	E			7
455	Fernseh- und Antennenanlagen	NNNN		TT	E			7
457	Übertragungsnetze	NNNN		TT	E			7
465	Krananlagen	NN		TTT	EE			7
542	Wasseranlagen	NNN		TT	E	S		7
543	Gasanlagen	NNN		TT	E	S		7
544	Wärmeversorgungsanlagen	NNN		TT	E	S		7
619	Ausstattung, sonstiges	NNNN	R	T	E			7
335	Außenwandbekleidungen, außen	N	R				PPPP	6
336	Außenwandbekleidungen, innen	NNN	R				PP	6
337	Elementierte Außenwände	N	RR				PPP	6
352	Deckenbeläge	N	RRRR	T				6
362	Dachfenster, Dachöffnungen		R	T	E	S	PP	6
363	Dachbeläge	N		T			PPPP	6
463	Befahranlagen	NNN		TT	E			6
475	Feuerlöschanlagen	NNN		TT	E			6
525	Sportplatzflächen	N	RRRR	T				6
549	Technische Anlagen in Außenanlagen, sonstiges	NNN		TT	E			6
346	Elementierte Innenwände	NN	RR	T				5
371	Allgemeine Einbauten	NNN	R	T				5
444	Niederspannungsinstallations- anlagen	NNNN		T				5
531	Einfriedungen	NN	R	T	E			5

Tabelle A 14: Methodik zur Ermittlung des Folgekosten-Index - [© H. Balck

KG	Kostengruppen nach DIN 276	Erneuerung [N]	Reinigung / Pflege [R]	Techn. Service [T]	Energ. aktiv Eigenverbrauch [E]	Energ. aktiv Nutzerverbrauch [S]	Energ. passiv [P]	Folgekosten-Index FKI
569	Wasserflächen, sonstiges	NNNN	R					5
571	Oberbodenarbeiten	NNNN	R					5
572	Vegetationstechnische Bodenbearbeitung	NNNN	R					5
574	Pflanzen	NNN	RR					5
576	Begrünung unterbauter Flächen	NNNN	R					5
579	Pflanz- und Saatflächen, sonstiges	NNN	RR					5
349	Innenwände, sonstiges	NN		T	E			4
353	Deckenbekleidungen	N	R	T			P	4
372	Besondere Einbauten		RR	TT				4
411	Abwasseranlagen	N		TT	E			4
446	Blitzschutz- und	NNN		T				4
526	Spielplatzflächen	N	RR	T				4
532	Schutzkonstruktionen	NN	R	T				4
551	Allgemeine Einbauten	NN	R	T				4
552	Besondere Einbauten	NN	R	T				4
559	Einbauten in Außenanlagen,	NN	R	T				4
562	Bepflanzungen	NNN	R					4
573	Sicherungsbauweisen	NN	R	T				4
345	Innenwandbekleidungen		R				PP	3
359	Decken, sonstiges		RR	T				3
429	Wärmeversorgungsanlagen,			TT			P	3
527	Gleisanlagen	N	R	T				3
534	Rampen, Treppen, Tribünen	N	R	T				3
536	Brücken, Stege	N	R	T				3

Tabelle A 14: Methodik zur Ermittlung des Folgekosten-Index - [© H. Balck

KG	Kostengruppen nach DIN 276	Erneuerung [N]	Reinigung / Pflege [R]	Techn. Service [T]	Energ. aktiv Verbrauch [E]	Energ. aktiv Nutzerverbrauch [S]	Energ. passiv [P]	Folgekosten-Index FKI
561	Abdichtungen	N	R	T				3
339	Außenwände, sonstiges		R	T				2
369	Dächer, sonstiges	N		T				2
521	Wege	N	R					2
522	Straßen	N	R					2
523	Plätze, Höfe	N	R					2
524	Stellplätze	N	R					2
529	Befestigte Flächen, sonstiges	N	R					2
535	Überdachungen	N	R					2
537	Kanal- und	N		T				2
539	Baukonstruktionen in Außenanlagen, sonstiges	N		T				2
324	Unterböden und Bodenplatten						P	1
331	Tragende Außenwände						P	1
332	Nichttragende Außenwände						P	1
333	Außenstützen						P	1
341	Tragende Innenwände						P	1
342	Nichttragende Innenwände						P	1
351	Deckenkonstruktionen		R					1
379	Baukonstruktive Einbauten,	N						1
621	Kunstobjekte	N						1
622	Künstlerisch gestaltete	N						1
623	Künstl. gestaltete Bauteile der	N						1
629	Kunstwerke, sonstiges	N						1

bellen

Tabelle A 14: Methodik zur Ermittlung des Folgekosten-Index - [© H. Balck

Kostenarten der Life-Cycle Berechnung			Produkt X	Produkt Y1	Produkt Y2	Produkt Z
	20	Jahre				
LCC Betrachtungszeitraum in Jahren:	20	Jahre				
Investition Mehr-Minderkosten			- €	79.900,00 €	255.400,00 €	- 48.708,00 €
Mehrkosten TGA						110.000,00 €
Antriebsenergie Fassadenlüftung		kWh/a				10.000
Energiepreis	0,15	€/kWh				30.000,00 €
Heizung		kWh/a	247.000	247.000	247.000	260.000
Energiepreis	0,06	€/kWh	296.400,00 €	296.400,00 €	296.400,00 €	312.000,00 €
Kälte		kWh/a	65.000	75.000	80.000	120.000
Energiepreis	0,05	€/kWh	65.000,00 €	75.000,00 €	80.000,00 €	120.000,00 €
Beleuchtung		kWh/a	46.300	32.000	30.000	65.000
Energiepreis	0,15	€/kWh	138.900,00 €	96.000,00 €	90.000,00 €	195.000,00 €
Reinigung		€/a	960,00 €	960,00 €	960,00 €	960,00 €
		€	19.200,00 €	19.200,00 €	19.200,00 €	19.200,00 €
Inspektion Wartung		€/a	5.000,00 €	5.000,00 €	5.000,00 €	7.000,00 €
		€	100.000,00 €	100.000,00 €	100.000,00 €	140.000,00 €
Ersatzteil und Entsorgung		€/a	2.000,00 €	3.000,00 €	3.000,00 €	2.000,00 €
		€	40.000,00 €	60.000,00 €	60.000,00 €	40.000,00 €
<b>Lebenszykluskosten</b>			659.500,00 €	726.500,00 €	901.000,00 €	917.492,00 €
<b>Rang</b>			1	2	3	4
<b>Abweichung</b>			0%	10%	37%	39%

Tabelle A 15: Lebenszykluskostenberechnung alternativer Sonnenschutzsysteme als Ergebnis einer Angebotsauswertung [BALCK+PARTNER]

Eingabeoptionen für die Life-Cycle Berechnung		Anbieter 1a	Anbieter 1b	Anbieter 2	Anbieter 3	Anbieter 4
LCC Betrachtungszeitraum in Jahren:	20					
Investition		31.885,50 €	35.565,50 €	34.681,67 €	53.935,00 €	39.514,00 €
Investition - Material		26.191,50 €	29.871,50 €	27.010,67 €	44.130,00 €	28.321,00 €
Investition - Montage		5.694,00 €	5.694,00 €	7.671,00 €	9.805,00 €	11.193,00 €
Energiekosten (Technikverbrauch)	0,15 €/kWh	8.364,72 €	7.619,04 €	8.364,72 €	8.457,80 €	7.170,80 €
Inspektion & Wartung		34.840,00 €	27.300,00 €	34.840,00 €	74.360,00 €	27.040,00 €
Ersatzteil & Entsorgung		42.742,40 €	34.615,50 €	32.608,09 €	44.010,40 €	34.435,50 €
Gewährleistungsverlängerung	-	- €	- €	- €	- €	- €
<b>LCC-Kosten</b>		<b>117.833 €</b>	<b>105.100 €</b>	<b>110.494 €</b>	<b>180.763 €</b>	<b>108.160 €</b>
<b>LC-Factor [Gesamtkosten : Investition]</b>		<b>3,7</b>	<b>3,0</b>	<b>3,2</b>	<b>3,4</b>	<b>2,7</b>
<b>Rang</b>		<b>4</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>2</b>
<b>Abweichung zum 1.Rang</b>		<b>12%</b>	<b>0%</b>	<b>5%</b>	<b>72%</b>	<b>3%</b>

Eingabeoptionen für die Life-Cycle Berechnung		Anbieter 1a	Anbieter 1b	Anbieter 2	Anbieter 3	Anbieter 4
LCC Betrachtungszeitraum in Jahren:	30					
Investition		31.885,50 €	35.565,50 €	34.681,67 €	53.935,00 €	39.514,00 €
Investition - Material		26.191,50 €	29.871,50 €	27.010,67 €	44.130,00 €	28.321,00 €
Investition - Montage		5.694,00 €	5.694,00 €	7.671,00 €	9.805,00 €	11.193,00 €
Energiekosten (Technikverbrauch)	0,15 €/kWh	12.547,08 €	11.428,56 €	12.547,08 €	12.686,70 €	10.756,20 €
Inspektion & Wartung		52.260,00 €	40.950,00 €	52.260,00 €	111.540,00 €	40.560,00 €
Ersatzteil & Entsorgung		74.701,30 €	58.987,00 €	59.672,98 €	88.020,80 €	58.157,00 €
Gewährleistungsverlängerung	-	- €	- €	- €	- €	- €
<b>LCC-Kosten</b>		<b>171.394 €</b>	<b>146.931 €</b>	<b>159.162 €</b>	<b>266.183 €</b>	<b>148.987 €</b>
<b>LC-Factor [Gesamtkosten : Investition]</b>		<b>5,4</b>	<b>4,1</b>	<b>4,6</b>	<b>4,9</b>	<b>3,8</b>
<b>Rang</b>		<b>4</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>2</b>
<b>Abweichung zum 1.Rang</b>		<b>17%</b>	<b>0%</b>	<b>8%</b>	<b>81%</b>	<b>1%</b>

Tabelle A 16: Lebenszyklusorientierte Ausschreibungen / Vergaben - Preise und Lebenszykluskosten für Türsysteme (Säule 1 und 2) [BALCK+PARTNER]

				Bieter 1a		Bieter 1b		Bieter 4	
Projekt:	Life-Cycle-Quality Automatische Türsteuerungssysteme	Gewichtung	Note	Note	Note	RANG	RANG	RANG	RANG
		100%	2,26	1,19	1,97	3	1	2	
		40%	2,49	1,23	2,44	69%	95%	76%	
<b>1 Nutzenprofil 1: Nutzungs-Eigenschaften</b>									
1.1	Design	8,0%	2,00	1,50	3,00				
1.2	Nutzbarkeit	16,0%	1,83	1,33	2,00				
1.3	Sicherheit	16,0%	3,40	1,00	2,60				
1.4	Dauerhaftigkeit		1,00	2,00	1,00				
<b>2 Nutzenprofil 2: Prozessqualität in der Errichtungsphase</b>		10%	1,57	1,29	2,93				
2.1	Flexibilität	1,4%	3,00	1,00	2,00				
2.2	Produktanpassung nach Auftraggeberwünschen	1,4%	2,00	2,00	3,50				
2.3	Montage (Zeitvorteile / Mängelrisiken)	4,3%	1,00	1,00	4,00				
2.4	Logistik in der Errichtungsphase	2,9%	1,50	1,50	1,50				
2.5	Vertragskonditionen								
<b>3 Nutzenprofil 3: Prozessqualität im Betreiben</b>		40%	2,33	1,00	1,33				
3.1	Bedienen	6,7%	5,00	1,00	1,50				
3.2	Wartung	13,3%	1,00	1,00	1,50				
3.3	Entstörung / Instandsetzung	20,0%	2,33	1,00	1,17				
<b>4 Nutzenprofil 4: Synergien mit Bauteilen anderer Gewerke</b>		5%	1,00	1,00	1,00				
4.1	Verbundwirkungen mit sicherheitstechnischen Anlagen / Gebäudeautomation	2,5%	1,00	1,00	1,00				
4.2	Verbundwirkungen mit Beleuchtungsanlagen	2,5%	1,00	1,00	1,00				
<b>5 Nutzenprofil 5: Langzeitverantwortung</b>		5%	2,43	2,43	2,43				
5.1	Gewährleistung	2,1%	1,00	1,00	1,00				
5.2	Marktvierfügbarkeit	1,4%	2,00	2,00	2,00				
5.3	Planungs- / Entscheidungshilfen im Investitionsprojekt	1,4%	5,00	5,00	5,00				

Tabelle A 17: Lebenszyklusorientierte Ausschreibungen / Vergaben - Lebenszyklusqualitäten (Säule 3) [BALCK+PARTNER]

## Unternehmenspotenzial

Gesamt	Ergebnis		Säule D-Unternehmenspotenzial											
			Garantien / Gewährleistung		Innovationsrisiko		Servicelevel / Service-Level-Agreement		Serviceumfang		Regionale Präsenz		Ersatzteillieferung / Logistik-Performance	
			Jahre	Rang	Note	Rang	Note	Rang	Note	Rang	Note	Rang	Note	Rang
Anbieter 1a	1,7	1	2	3	1	1	2	2	1	1	2	2	1	1
Anbieter 1b	1,8	2	5	1	4	4	2	2	1	1	2	2	1	1
Hersteller Produkt 4*			2	3	2	2	1	1	1	1	3	4	2	3
Anbieter 4 (Ausf. Firma)	2,8	3	4	2	2	2	3	4	3	4	1	1	3	4

\* Hersteller hat nicht angeboten, ist jedoch Zulieferer für Anbieter 4

Tabelle A 18: Lebenszyklusorientierte Ausschreibungen / Vergaben - Unternehmenspotenzial (Säule 4) [BALCK+PARTNER]

Gesamt	Säule A			Säule B			Säule C		Säule D	
	Preis		Δ	LCC <sub>20</sub>		Δ	LCQ		UPOT	
Anbieter 1a	1	31.886 €	0%	4	117.833 €	12%	3	69%	1	Ø 1,7
<b>Anbieter 1b</b>	<b>3</b>	<b>35.566 €</b>	<b>12%</b>	<b>1</b>	<b>105.100 €</b>	<b>0%</b>	<b>1</b>	<b>95%</b>	<b>2</b>	<b>Ø 1,8</b>
Anbieter 2	2	34.682 €	9%	3	110.494 €	5%	-	-	-	-
Anbieter 3	5	53.935 €	69%	5	180.763 €	72%	-	-	-	-
Anbieter 4	4	39.514 €	24%	2	108.160 €	3%	2	76%	3	Ø 3,0

Preis                    Investitionskosten  
LCC<sub>20</sub>                Life-Cycle-Cost (20 Jahre)  
LCQ                    Life-Cycle-Quality  
UPOT                    Unternehmenspotenzial

Tabelle A 19: Lebenszyklusorientierte Ausschreibungen / Vergaben - Gesamtauswertung (Säule 1 bis 4) [BALCK+PARTNER]

### QUELLEN

Literatur alphabetisch (zitiert)

Relevante Regelwerke für den Lebenszyklusansatz

Nutzungsdauertabellen

Datensammlung und Software

Literatur Vertiefung (nicht zitiert)

### Literatur alphabetisch (zitiert)

**AMEV** → Relevante Regelwerke für den Lebenszyklusansatz

**Amtsblatt (2007)**: Amtsblatt für Brandenburg: Bekanntmachungen der Landesbehörden – Potsdam Juni 2007

**Bahr (2008)**: Bahr, C.: Realdatenanalyse zum Instandhaltungsaufwand öffentlicher Hochbauten – Ein Beitrag zur Budgetierung – Karlsruhe 2008

**Balck (2010)**: Balck, H., Zertifizierungen, Transformieren das Bauen und Betreiben – in: FACILITY MANAGEMENT 5/2010

**Balck (2008)**: Balck, H.: Performance-Wettbewerb – Wandel in Einkaufs- und Vergabeprozessen in: FACILITY MANAGEMENT 2/2008

**Balck (2007)**: Balck, H.: Neue Bauherren braucht das Land – in: FACILITY MANAGEMENT 2/2007

**Balck (2004a)**: Balck, H.: Strategische Entscheidungen im Industriellen Facility Management – in: Lutz, U. (Hrsg.) Facility Management Jahrbuch 2004-2005 – Springer Verlag, Berlin, New York, 2004

**Balck (2004b)**: Balck, H.: Wertschöpfungsketten im Industriellen Facility Management – in: Lutz, U. (Hrsg.) Facility Management Jahrbuch 2004-2005 – Springer Verlag, Berlin, New York, 2004

**Balck (2003b)**: Balck, H.: Umkehrung der Wertschöpfungskette – Service revolutioniert das Bauen – in: Deutscher Beton- und Bautechnik-Tag e.V. (Hrsg.): Deutscher Bautechnik-Tag 2003 – Vorträge, Ernst & Sohn, Berlin 2003

**BBSR** → Nutzungsdauertabellen

**Becker et. al. (2004)**: Becker, T. / Dammer, I. / Jürgen, H. / Killich, S. / Loose, A.: Netzwerkmanagement – Mit Kooperation zum Unternehmenserfolg, 2. Auflage – Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg 2005, 2007

**Beratergruppe (2003):** PPP im öffentlichen Hochbau – Band I, Teilband 1 und 2, Teilband 1 Arbeitspapiere 1-3, Teilband 2 Arbeitspapiere 4-7, Band IV, Band V – 2003

**BetrkV (2003):** Betriebskostenverordnung 2003

**BKI →** Relevante Regelwerke für den Lebenszyklusansatz

**BMVBS (2010):** Bekanntmachung des Bundesministeriums für Verkehr und Stadtentwicklung über die Nutzung und die Anerkennung von Bewertungssystemen für das nachhaltige Bauen vom 15.04.2010 / B 13-8141.7/7, Berlin 15.04.2010

**BMVBS (2009):** Bericht zur Innovationsorientierung öffentlicher Beschaffung – Fortschritte seit Oktober 2007 – www.bmwi.de

**BMVBS (2008a):** Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, AZB 15-0-1082-00/2 – Berlin 10.01.2008

**BMVBS (2008b):** Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Deutscher Sparkassen- und Giroverband – PPP-Handbuch – Leitfaden für Öffentlich-Private-Partnerschaften – Vereinigte Verlagsbetriebe GmbH & Co. KG, Homburg 2008

**BMVBS (2008b):** Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung – Fortsetzung des Dialogs Bauqualität – Erarbeitung von Lehrmodulen zum Nachhaltigen Bauen zur Unterstützung der Aus- und Weiterbildung der am Bau Beteiligten – Phase I: Analyse von Schlüsselakteuren und des Bedarfes an Lehrmodulen & Entwicklung von Handlungsanleitungen für Planer – Berlin 2008

**BMVBS (2007):** Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Finanzministerium des Landes Nordrhein-Westfalen – PPP im Hochbau Vergaberechtsleitfaden – Berlin 2007

**BTE Lebensdauertabellen →** Nutzungsdauertabellen

**BV →** Nutzungsdauertabellen

**Deutscher Immobilienindex DIX (2010):** IPD-Investment Property Databank GmbH, Wiesbaden, 2010

**DGNB (2010):** Deutsche Gesellschaft für nachhaltiges Bauen e.V. – Deutsches Gütesiegel Nachhaltiges Bauen – [www.dgnb.de](http://www.dgnb.de) / siehe Übersicht durchgeführter Zertifizierungen

**DIN →** Relevante Regelwerke für den Lebenszyklusansatz

**Duffy (1992):** Duffy, F.: The Changing Workplace - Verlag Phaidon, 1992

**Fisch / Plessner (2007):** EVA – Evaluierung von Energiekonzepten für Bürogebäude, Forschungsbericht IGS TU Braunschweig Institut für Gebäude- und Solartechnik

**GEFMA** → Relevante Regelwerke für den Lebenszyklusansatz

**Grabow (2008):** Grabow, B. / Reidenbach, M. / Rottmann, M. / Seidel-Schulze, A.: Public Private Partnership Projekte – Eine aktuelle Bestandaufnahme in Bund, Ländern und Kommunen – Deutsches Institut für Urbanistik, Berlin 2008

**Graubner (2006):** Graubner C.-A.: Prognose der Lebenszykluskosten von Bauwerken – Grundlagen, Prinzipien, Anwendungen – TU Darmstadt - Fachgebiet Massivbau, Eigenverlag 2006

**Graubner/ Hüsk (2003):** Graubner C.-A./ Hüske K.: Nachhaltigkeit im Bauwesen – Grundlagen-Instrumente-Beispiele – Ernst & Sohn Verlag, Berlin 2003

**Hall (1962):** Hall A.: Methodology for Systems Engineering – Nostrand Princeton, 1962

**Hecker (2009):** Hecker, T.: Lebenszyklusorientierte Planung, Beschaffung und Auslegung von Lüftungsanlagen – in: Kober, R. (Hrsg. Energieeffiziente Gebäudeklimatisierung, Raumluft in A ++ Qualität, Promotor Verlag, Karlsruhe, 2009

**Hegger et. al. (2008):** Hegger, M./ Fuchs, M./ Stark, T./ Zeumer, M.: Energie Atlas – Nachhaltige Architektur – Birkhäuser Basel 2008

**Hegner (2008):** Hegner, H.D.: Fortschreibung des Leitfadens Nachhaltiges Bauen des Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung – 11. Sitzung des Runden Tisches Nachhaltiges Bauen beim BMVBS, Berlin 30.07.2008

**Hegner (2007):** Hegner, H.D.: Der BMVBS Leitfaden „Nachhaltiges Bauen“ – Zertifizierung nachhaltiger Gebäude, Forschungsaktivitäten, Berlin 11.12.2007

**HFK Rechtsanwälte Heiermann/ Franke/ Knipp (2010):** Green Building / Nachhaltiges Bauen – Eigenverlag 2010

**Höft (1992):** Höft, U.: Lebenszykluskonzepte – Grundlage für das Strategische Marketing- und Technologiemanagement, Erich Schmidt Verlag, 1992

**IFB** → Relevante Regelwerke für den Lebenszyklusansatz

**Imai (1986):** Imai, M.: Kaizen, the key to Japans competitive success, Verlag Random House Business Division, New York, 1986

**Immobilienzeitung (2010):** Nachhaltigkeit / Weniger Leerstand Höhere Mieten Immobilienzeitung Nr. 12 29.04.2010

**ISO** → Relevante Regelwerke für den Lebenszyklusansatz

**Kalusche (1991):** Kalusche, W.: Gebäudeplanung im Betrieb - Springer Verlag, Berlin, 1991

**Kleinefenn / Schürmann (1976):** Kleinefenn, A. / Schürmann, W.: Kostenplanung mit Baukosten und Baunutzungskosten auf Basis von Gebäudeelementen - Studien 37, Schriften des Schulbauinstituts der Länder, Berlin, 1976

**Kohler (1999):** Kohler, N.: Lebenszyklusbezogene Bewertung von Gebäuden – in: Deutsches Architektur Museum; M. Volz: Die ökologische Herausforderung in der Architektur – Ernst Wasmuth Verlag 1999

**König et. al (2009):** König, H./ Kohler, N./ Kreißig, J./ Lützkendorf, T.: Lebenszyklusanalyse in der Gebäudeplanung – Grundlagen, Berechnung, Planungswerkzeuge – Detail Green Books – DETAIL Verlag, 2009

**Küsgen (1982):** Küsgen, H.: Investitionsrechnung im Bauwesen - Institut für Bauökonomie, Stuttgart, 1982

**Leitfaden (2010):** Bundesministerium für Verkehr, bau- und Wohnungswesen: Leitfaden Nachhaltiges Bauen – Eigenverlag 2010

**Lindner / Rudolph (2003):** Lindner, M./ Rudolph, R.: Der Wandel von reinen Bauunternehmen zum bauwerksbegleitenden Dienstleister – eine reale Orientierung und Reaktion auf die Veränderung der heutigen Zeit – Bundesministerium für Bildung und Forschung – BMBF – TIB Hannover 2003

**Lützkendorf (2009) in:** König et. al (2009): König, H./ Kohler, N./ Kreißig, J./ Lützkendorf, T.: Lebenszyklusanalyse in der Gebäudeplanung – Grundlagen, Berechnung, Planungswerkzeuge – Detail Green Books – DETAIL Verlag, 2009

**Lützkendorf (2006):** Lützkendorf, T.: Stand der Normung bei ISO und ZEN im Bereich der Beschreibung Umwelt- und gesundheitsrelevanter Eigenschaften von Bauprodukten, sowie der Beurteilung der Umweltqualität und Nachhaltigkeit von Bauwerken – Tischvorlage zur Sitzung des Runden Tisches „Nachhaltiges Bauen“ am 18.05.2006 Berlin

**Lützkendorf (2004):** Lützkendorf, T.: Kriterien und Indikatoren zur Beschreibung und Beurteilung des Beitrages von Einzelbauwerken zu einer Nachhaltigen Entwicklung - Tischvorlage zur Sitzung des Runden Tisches „Nachhaltiges Bauen“ am 24.06.2004 in Berlin – Universität Karlsruhe (TH), 2004

**Lützkendorf / IEMB (2004):** Lützkendorf, T., Institut für Erhaltung und Modernisierung e.V. an der TU Berlin: Grundlage für die Entwicklung einer konsensfähigen Minimalliste von Indikatoren zur Beschreibung und Beurteilung des Beitrages von Einzelbauwerken zu einer nachhaltigen Entwicklung – Indikatorensteckbriefe - Diskussionsstand 10/2004, - Tischvorlage zur Sitzung des Runden Tisches „Nachhaltiges Bauen“ am 07.12.2004 in Berlin – Universität Karlsruhe (TH), 2004

**Lützkendorf (2003):** Lützkendorf, T.: Anwendung von Planungs- und Bewertungshilfsmitteln - Tischvorlage zur Sitzung des Runden Tisches „Nachhaltiges Bauen“ am 20.11.2003 in Berlin – Universität Karlsruhe (TH), 2003

- Lützkendorf (2002):** Lützkendorf, T.: Nachhaltiges Planen, Bauen und Bewirtschaften von Bauwerken – Ziele, Grundlagen, Stand und Trends, Bewertungsmethoden und -Hilfsmittel, Kurzstudie für das BMVBW – Universität Karlsruhe (TH), 2002
- Männel (1997):** Männel, W.: Integrierte Anlagenwirtschaft, TÜV Media GmbH, 1997
- Meadows (1972):** Meadows, D.L. – Die Grenzen des Wachstums, 1972
- Möller (1996):** Möller, D.-A.: Planungs- und Bauökonomie Bd. 1 Grundlagen der wirtschaftlichen Bauplanung, 3. Auflage Oldenbourg Verlag München Wien 1996
- Müller (1969):** Müller, J.: Systematische Heuristik, Aufbau Verlag (DDR), 1969
- Nawabi (2007):** Nawabi, W.: Berücksichtigung der Lebenszykluskosten beim Einkauf von Leistungen. LCC-basierte Entscheidungsunterstützung am Beispiel Schallschutzwand - DER EISENBAHNINGENIEUR, 2007
- Nebel / Prüß (2006):** Nebel, T. / Prüß, H.: Anlagewirtschaft, Verlag Oldenbourg, München Wien, 2006
- Patzak (1982):** Patzak, G.: Systemtechnik – Planung komplexer innovativer Systeme, Springer-Verlag, 1982
- Pelzeter (2007):** Pelzeter, A.: Lebenszykluskosten von Immobilien – Vergleich möglicher Berechnungsansätze – Zeitschrift für Immobilienökonomie, 2007
- Peters (2010)** H. Peters: Im Dienste der Nachhaltigkeit, Institut Bauen und Umwelt e.V.: 2010
- Pfeiffer et. al. (2007):** Pfeiffer, M./ Fanslau, D./ Zedler, J.: Lebensdauer von Baustoffen und Bauteilen – Nachhaltigkeitsaspekte im Wohnungsbau BUNDESBLATT, 2007
- Porter (1993):** Porter M.E.: Nationale Wettbewerbsvorteile – Ueberreuter 1993
- prEN 15341 (2006):** Maintenance: Maintenance Key Performance indicated – final draft - Europäische Norm / zen NA 152-06-07 AA N 159
- Riegel (2004):** Riegel, E. E.: Ein Softwaregestütztes Berechnungsverfahren zur Prognose und Beurteilung der Nutzungskosten von Bürogebäuden, Diss. TU Darmstadt 2004
- Rotermund (2010):** Rotermund, U.: Gebäudenutzungskostenrechner (GNKR) – Internetpräsentation – [www.mp-gruppe.de](http://www.mp-gruppe.de), Braunschweig, 2004
- Ruthenberg (1990):** Ruthenberg, R./ Frühwald, H./ Frischkron, H./ Wilchek: gewinnsteigernde Instandhaltung - Eigenverlag 1999 (ISBN 3-88-585-869-X)
- Scheel-Siebenborn et. al. (2008):** Scheel-Siebenborn, A. / Pols, H.: Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung – Dauerhafte Unterbringung des BMBF in Berlin – Beschaffungsvariante PPP-Modelle – Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Berlin 2008

**Schub / Stark (1985):** Schub, A. / Stark, K.: LifeCycle Costs von Bauobjekten Methoden zur Planung von Erst- und Folgekosten, Verlag TÜV Rheinland, 1985

**Seeger (1979):** Seeger, T.: Die Delphi-Methode. Expertenbefragungen zwischen Prognose und Gruppenmeinungsbildungsprozessen. Überprüft am Beispiel von Delphi-Befragungen im Gegenstandsbereich Information und Dokumentation. Hochschulverlag, Freiburg i. Br. 1979

**Siegel / Wonneberg (1977):** Siegel / Wonneberg: Bau- und Betriebskosten von Büro- und Verwaltungsbauten, Bauverlag, Wiesbaden 1977

**Smith Cooper/ Vigon (2001):** Smith Cooper, J. / Vigon, B. – Life Cycle Engineering Guidelines – Battelle Columbus Laboratories, Columbus Ohio November 2001

**Sobek (2007):** Sobek, W.: Bauschaffen – auch im Sinn der Nachhaltigkeit – archplus 2007

**StLb**→ Relevante Regelwerke für den Lebenszyklusansatz

**Törpe (2009):** Törpe, M. – in: Kober, R. (Hrsg.): Verfahren zu Energieeffizienz – Bewertung von RTL- Geräten - Energieeffiziente Gebäudeklimatisierung/ Raumlufte in A++ Qualität, Promotor Verlag, Karlsruhe, 2009

**Ulmschneider et. al. (2006):** Ulmschneider, M./Günther, E./ Will, G./ Hoppe, H.: Life cycle costing (LCC) und Life cycle assessment (LCA) – eine Übersicht bestehender Konzepte und deren Anwendung am Beispiel von Abwasserpumpstationen. Online Ressource TU Dresden – Fakultät Wirtschaftswissenschaften – Professur für Betriebswirtschaftslehre, Betriebliche Umweltökonomie, 2006

**VDI**→ Relevante Regelwerke für den Lebenszyklusansatz

**VDMA**→ Relevante Regelwerke für den Lebenszyklusansatz

**VOB**→ Relevante Regelwerke für den Lebenszyklusansatz

**Volz / Deutsches Architektur Museum (1997):** Deutsches Architektur Museum; M. Volz: Die ökologische Herausforderung in der Architektur – Ernst Wasmuth Verlag 1999

**Wildemann (1994):** Wildemann, H.: Fertigungsstrategien, 2. Auflage, München: Transfer-Zentrum, 1994

**Willbacher (2002):** Willbacher, H.: Interaktive verknüpfungsbasierte Bauwerksmodellierung als Integrationsplattform für den Bauwerkszyklus. Online Ressource – Bauhaus- Univ. Weimar – Fakultät Bauingenieurwesen, 2002

**Wübbenhorst (1984):** Wübbenhorst, K.: Konzept der Lebenszykluskosten - Grundlagen, Problemstellungen und technologische Zusammenhänge – Verlag für Fachliteratur – Darmstadt 1984

**Zehbold (1995):** Zehbold, C.: Lebenszykluskostenrechnung – Dissertation – Universität Erlangen 1995

**Zentes et. al. (2005):** Zentes, J. / Swoboda, B. / Morschett, D. – Kooperationen, Allianzen und Netzwerke – Grundlagen – Ansätze – Perspektiven, 2. Auflage – Betriebswirtschaftlicher Verlag Dr. Th. Gabler, GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden 2005

### **Relevante Regelwerke für den Lebenszyklusansatz**

**AMEV Bedienen RTL (1986):** Arbeitskreis Maschinen- und Elektrotechnik staatlicher und kommunaler Verwaltung – Bedienen von raumluftechnischen Anlagen in öffentlichen Gebäuden (Bedien RTL 88) - Eigenverlag Bonn, 1986

**AMEV EVA (1992):** Arbeitskreis Maschinen- und Elektrotechnik staatlicher und kommunaler Verwaltung – Energieverbrauchserfassung und Grundlagen zur Auswertung für öffentliche Gebäude (EVA 92) - Eigenverlag Bonn, 1992

**AMEV (2000):** Hinweise zur Ermittlung des Personalbedarfes für das Betreiben der techn. Anlagen in öffentlichen Gebäuden – Eigenverlag 2001

**AMEV TGM (2001):** Arbeitskreis Maschinen- und Elektrotechnik staatlicher und kommunaler Verwaltung – Technisches Gebäudemanagement als Teilaufgabe des Facility Managements – Schwerpunkt technische Gebäudeausrüstung TGA (TGM 2001) - Eigenverlag Berlin, 2001

**AMEV Wartung (2002):** Arbeitskreis Maschinen- und Elektrotechnik staatlicher und kommunaler Verwaltung – Wartung Inspektion und damit verbundene kleine Instandsetzungsarbeiten von technischen Anlagen und Einrichtungen in öffentlichen Gebäuden (Wartung 2002) - Eigenverlag Berlin, 2002

**Amtsblatt (2007):** Amtsblatt für Brandenburg: Bekanntmachungen der Landesbehörden – Potsdam Juni 2007

**BKI (2009):** Baukosten Informationsdienst, Teil 2 Statistische Kostenkennwerte für Bauelemente, Architektenkammer Baden Württemberg, 2009

**BKI (2010):** Baukosten Informationsdienst, Objektdaten NK1 - Nutzungskosten, Architektenkammer Baden Württemberg, 2010

**DIN 13306 (2001):** DIN Deutsches Institut für Normung e.V.: Begriffe der Instandhaltung - Beuth Verlag, Berlin 2001

**DIN 18379 (2002):** DIN Deutsches Institut für Normung e.V.: VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) Raumluftechnische Anlagen - Beuth Verlag, Berlin 2002

- DIN 18960 (1999):** DIN Deutsches Institut für Normung e.V.: Nutzungskosten im Hochbau - Beuth Verlag, Berlin 1999
- DIN 18960 (1976):** DIN Deutsches Institut für Normung e.V.: Baunutzungskosten im Hochbau - Beuth Verlag, Berlin 1976
- DIN 24166 (1989):** DIN Deutsches Institut für Normung e.V.: Ventilatoren, technische Lieferbedingungen - Beuth Verlag, Berlin 1989
- DIN 31051 (2003):** DIN Deutsches Institut für Normung e.V.: Grundlagen der Instandhaltung – Beuth Verlag, Berlin 2003
- DIN 32541 (1977):** DIN Deutsches Institut für Normung e.V.: Betreiben von Maschinen und vergleichbaren technischen Arbeitsmitteln - Beuth Verlag, Berlin 1977
- DIN 32736 (2000):** DIN Deutsches Institut für Normung e.V.: Gebäudemanagement – Beuth Verlag, Berlin 2000
- DIN 18960 (1976):** DIN Deutsches Institut für Normung e.V.: Nutzungskosten im Hochbau - Beuth Verlag, Berlin 1976
- DIN 18960 (2008):** DIN Deutsches Institut für Normung e.V.: Nutzungskosten im Hochbau - Beuth Verlag, Berlin 2008
- DIN EN ISO 9000er (2000):** DIN Deutsches Institut für Normung e.V.: 9000er Reihe/Neufassung – Beuth Verlag, Berlin 2000
- DIN EN ISO 9001 (2000):** DIN Deutsches Institut für Normung e.V.: Qualitätsmanagementsysteme Anforderungen – Beuth Verlag, Berlin 2000
- DIN EN ISO 14040 (1997):** DIN Deutsches Institut für Normung e.V.: Umweltmanagement – Ökobilanz – Prinzipien und allgemeine Anforderungen– Beuth Verlag, Berlin 1997
- DIN EN 15221-1 (2006):** Facility Management – Teil 1 Begriffe, 2006
- GEFMA 100-1 (2004):** GEFMA e.V. Deutscher Verband Facility Management e.V.: Facility Management – Grundlagen (Entwurf). Eigenverlag, 2004
- GEFMA 200 (2007):** GEFMA e.V. Deutscher Verband Facility Management e.V.: „Kosten im Facility Management“ – Eigenverlag, 2007
- GEFMA 220 (2003):** GEFMA e.V. Deutscher Verband Facility Management e.V.: Lebenszyklusrechnung im Facility Management – Grundlagen, Prozessnummersystem, Anwendung (Entwurf). Eigenverlag, 2003
- GEFMA 220-1 (2006):** GEFMA e.V. Deutscher Verband Facility Management e.V.: Lebenszykluskostenrechnung im FM – Grundlagen (Entwurf) - Eigenverlag, 2006
- GEFMA 220-1 (2010):** GEFMA e.V. Deutscher Verband Facility Management e.V.: Lebenszykluskostenrechnung im FM – Grundlagen (Entwurf) - Eigenverlag, 2010

- GEFMA 220-2 (2010):** GEFMA e.V. Deutscher Verband Facility Management e.V.:
- GEFMA 250 (2011):** GEFMA e.V. Deutscher Verband Facility Management e.V.:  
Benchmarking in der Immobilienwirtschaft - Eigenverlag, 2010
- ISO/FDIS 15686-5 (2007):** ISO TC 59/ SC 14 (2007) Buildings and constructed assets  
– service life planning – part 5 life cycle costing. ISO committees / ISO 2007 – 09-20
- Leitfaden BMVBS (2001):** Bundesministerium für Verkehr, bau- und Wohnungswesen:  
Leitfaden Nachhaltiges Bauen – Eigenverlag 2001
- Leitfaden (2010):** Bundesministerium für Verkehr, bau- und Wohnungswesen: Leitfa-  
den Nachhaltiges Bauen – Eigenverlag 2010
- StLB Bau (2010):** Standardleistungsbuch Bau – Dynamische Baudaten, DIN Deut-  
sches Institut für Normung e.V. – Eigenverlag, 2010
- VDI 2067 (2000):** Verein Deutscher Ingenieure – Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer  
Anlagen – Grundlagen und Kostenrechnung (Blatt 1) - Beuth Verlag – Berlin 2000
- VDI 2884 (2005):** Verein Deutscher Ingenieure - Beschaffung, Betrieb und Instandhal-  
tung von Produktionsmitteln unter Anwendung von Life Cycle Costing (LCC) – 2005
- VDI 6025 (2008):** Verein Deutscher Ingenieure - Betriebswirtschaftliche Berechnungen  
für Investitionsgüter und Anlagen - 2008
- VDMA 34160 (2006):** VDMA-Einheitsblatt „Prognosemodell für die Lebenszykluskosten  
von Maschinen und Anlagen, Beuth Verlag GmbH Berlin
- VOB (2009):** Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Beuth Verlag – Berlin  
2009
- ISO/FDIS 15686-5 (2007):** ISO TC 59/ SC 14 (2007) Buildings and constructed assets  
– service life planning – part 5 life cycle costing. ISO committees / ISO 2007 – 09-20
- II. BV (2007):** Verordnung über wohnungswirtschaftliche Berechnungen nach dem  
Zweiten Wohnungsbaugesetz - II Berechnungsverordnung – Bundesministerium der  
Justiz, 2007

## Nutzungsdauertabellen

**BBSR (2009):** Nutzungsdauerangaben von ausgewählten Bauteilen der Kostengruppen 300, 400 und 500 nach DIN 276 – Entwurf der BBSR-Endfassung vom 20.10.2009

**BTE Lebensdauer-Tabellen (2008):** Fram, K.-J./ Renz, K. / Agethen, U. / Thees, E. P.

**Daten, Fakten, Argumente (2004):** Public Private Partnership – Chance für die Modernisierung von Infrastruktur und Verwaltung – Berlin Januar 2004

**IFB (2004):** IBF-Institut für Bauforschung e.V.: Lebensdauer der Bauteile und Baustoffe zur Harmonisierung der wirtschaftlichen Nutzungsdauer im Wohnungsbau – Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart, 2004

**IFB.O.R. (2007):** Bogenstätter, U.: Technische Lebensdauern: [www.ifbor.eu](http://www.ifbor.eu)

**Leitfaden (2010):** Bundesministerium für Verkehr, bau- und Wohnungswesen: Leitfaden Nachhaltiges Bauen – Eigenverlag 2010

**Pfeiffer et. al. (2007):** Pfeiffer, M./ Fanslau, D./ Zedler, J.: Lebensdauer von Baustoffen und Bauteilen – Nachhaltigkeitsaspekte im Wohnungsbau BUNDESBLATT, 2007

## Datensammlungen und Softwaretools:

bauloop: Kontakt: Prof. C.-A. Graubner, Institut für Massivbau – TU Darmstadt  
[www.c-a-graubner.de](http://www.c-a-graubner.de)

BEES: Building for Environment and Economic Sustainability (BEES). Version: 3.0  
Kontakt: National Institute of Standards and technology, USA  
Download: [www.bfrl.nist.gov/aae/software/bees.html](http://www.bfrl.nist.gov/aae/software/bees.html).

BLCC: Building Life-Cycle Costs (BLCC) – Version: 5.2.-04 Kontakt: U.S. Department of Energy, USA. Download:  
[www.eere.energy.gov/femp/information/download\\_blcc.cfm](http://www.eere.energy.gov/femp/information/download_blcc.cfm).

Dynamische Baudaten: Kontakt: Dr. Schiller&Partner GmbH, Dresden  
[www.dbd.de](http://www.dbd.de)

LEGEP: Bausoftware bauen, berechnen, betreiben. [www.legep.de](http://www.legep.de)

OGIP: Optimierung der Gesamtforderungen (Kosten/Energie/Umwelt) in der Integralen Planung. Kontakt: t.h.e. Software GmbH.  
[www.the-software.de/Ogip.html](http://www.the-software.de/Ogip.html).

sirAdos-Baudaten: Kontakt: [www.sirados.de](http://www.sirados.de).

STATSBYGG – Arskostnadsanalyse: Download: [www.lcprofit.com/download.asp](http://www.lcprofit.com/download.asp)

STLB-Bau: Textsystem des GAEB für die Beschreibung von Bauleistungen. Herausgegeben durch das DIN Deutsches Institut für Normung e.V.,  
[www.stlb-bau.de](http://www.stlb-bau.de)

### **Literatur Vertiefung (nicht zitiert)**

**Alfen (2008):** Alfen, H.: Lebenszyklusorientiertes Management öffentlicher Liegenschaften am Beispiel von Hochschulen und Wissenschaftseinrichtungen – Bauhaus Universität Weimar, 2008

**Balck (2003a):** Balck, H.: Transformationen – Neue Kompetenzmuster in Bauwirtschaft und Immobilienwirtschaft – in: Kolumne von FACILITY MANAGEMENT 01/ 2003 – Bauverlag/ Bertelsmann 2003

**Balck (2003c):** Balck, H.: Wandlungsprojekte, von Strukturbrüchen zur Polaren Organisation – in: Bullinger/Warnecke (Hrsg.) – Neue Organisationsformen im Unternehmen – Springer Verlag, Berlin/Heidelberg 2003

**Balck (2002):** Balck, H.: Facilities Management und Projektentwicklung im Lebenszyklus der Immobilie – in: Schulte/ Bone-Winkel (Hrsg.) – Handbuch Immobilien-Projektentwicklung – Rudolf Müller Verlag, Köln 2002

**Balck (2000):** Balck, H.: Die Immobilie als Prozess – Reengineering von Immobiliendienstleistungen – in: Schulte/Pierschke (Hrsg.) – Facilities Management – Rudolf Müller Verlag, Köln 2000

**Balck (1998):** Balck, H.: Neue Servicekonzepte revolutionieren die Unternehmensinfrastruktur – in: Schulte/Schäfers (Hrsg.) – Handbuch Corporate Real Estate Management – Rudolf Müller Verlag, Köln 1998

**Boll (2007):** Boll, P.: Investition in Public Private Partnership-Projekte im öffentlichen Hochbau unter besonderer Berücksichtigung der Risikoverteilung – Eine theoretische und empirische Untersuchung der Anforderungen privater Investoren – Berlin 2007

**Bremer (2005):** Bremer, B.: Public Private Partnership – Ein Praxislexikon – Carl Heymanns Verlag KG, Köln, Berlin, München 2005

**Bauministerkonferenz (2004):** Bauministerkonferenz: Konferenz der für Städtebau, Bau- und Wohnungswesen zuständigen Minister und Senatoren der Länder (Argebau) – Ausschuss für staatlichen Hochbau – Arbeitskreis Kostenplanung – Bericht zum Thema: Eignung von Bau- und Nutzungskosten aus der LAG-Datei für PSC bei PPP-Maßnahmen als objektbezogener Wirtschaftlichkeitsmaßstab – 2004

**Eßig (2009):** Eßig, N.: Die Bemessung der Nachhaltigkeit – db deutsche Bauzeitung 2009

**Fabry (2007):** Fabry, B. / Meininger, F. / Kayser, K.: Vergaberecht in der Unternehmenspraxis – Erfolgreich um öffentliche Aufträge bewerben – Betriebswirtschaftlicher Verlag Dr. Th. Gabler, Wiesbaden 2007

**Gesprächsrunde PPP (2007):** „Gesprächsrunde PPP“ (Federführende Oberste Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Inneren) – Public Private Partnership zur Realisierung öffentlicher Baumaßnahmen in Bayern – Teil 3 Vergabe und Vertragsgestaltung – München 2007

**Gier (2006):** Gier, S.: Bereitstellung und Desinvestition von Unternehmensimmobilien – Strategiefindung auf Basis eines mehrstufigen Corporate Real Estate Management-Konzeptes – Rudolf Müller GmbH & Co. KG, Köln 2006

**Graubner et. al. (2003):** Graubner C.-A./ Herzog K./ Renner, A.: bauloop – ein Informationssystem zur Nachhaltigkeitsbeurteilung von Baukonstruktionen. In: Tagungsband Darmstädter Massivbau-Seminar „IuK-Technologie im konstruktiven Ingenieurbau“. Darmstadt: Institut für Massivbau - TU Darmstadt – Band 24, S. VII-1-VII-17 - 2003

**Hauptverband der Deutschen Bauindustrie e.V. (2007):** – Public Private Partnership im öffentlichen Hochbau – Eine Idee wird Realität – Berlin 2007

**Hecker (2007)** - in: Schmidt, B.-M./ Hecker, T./ Fischhaber, D.: Wirtschaftlich optimierter RLT-Konzepte müssen sich durchsetzen – Energiebedarf. Transparenz durch Berechnung der Lebenszykluskosten von Lüftungs- und Klimageräten HLH Lüftung/Klima, Heizung/Sanitär, Gebäudetechnik, 2007

**Hegner (2010):** Hegner, H.D.: Energieausweis – Haufe – Verlag 2010

**Heidt / Gieseler (2004):** Heidt, F.D., Gieseler, U.: Bewertung der Energieeffizienz verschiedener Maßnahmen für Gebäude mit sehr geringem Energiebedarf - Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart, 2004

**Hüttinger (2007):** Hüttinger, H. / Fox-Kämper, R. – Nachhaltigkeit von Investitionsentscheidungen in der Immobilien- und Wohnungswirtschaft – Ergebnisse des Workshops am 08. 11. 2007 in Düsseldorf – Aachen 2007

**Isenhöfer (1998):** Isenhöfer, B. / Vächt, A.: Lebenszyklus von Immobilien – in: Schulte, K.-W. (Hrsg.) – Immobilienökonomie. S. 141-147 – Oldenbourg, München, Wien 1998

**König (2002):** König, H.: Verbundvorhaben: Lebenszyklusoptimierte Systemlösung für verdichteten Wohnungsbau mit Massivholztechnologie (BASYS). Teilvorhaben: Lebenszyklusmodell mit Element- und Bauleistungssystematik und Projektkoordination - Bundesministerium für Bildung und Forschung – BMBF – TIB Hannover 2002

**Kofner (2008):** Kofner, S.: Investitionsrechnung für Immobilien – Hammonia-Verlag GmbH, Hamburg 2008

**Kohler (2006):** Kohler, N.: GiSMO – Ganzheitliche Integration von Sanierung und Modernisierung. Teilvorhaben C: Begleitende Forschung – Bundesministerium für Bildung und Forschung – BMBF, Berlin 2006

**Kohler (1998):** Kohler, N.: Grundlagen zur Bewertung kreislaufgerechter, nachhaltiger Baustoffe, Bauteile und Bauwerke. In: Tagungsband zum 20. Aachener Baustofftag, 1998

**Kohlmann/Heller (2009):** Kohlmann, B./ Heller, T.: Stillstands Zeit Null! – so sichern Sie durch Restlebensdauerprognosen den Anlagenbetrieb - FACILITY MANAGEMENT 1/2009

**Lützkendorf (2010):**, T.: ZukunftBau – Nachhaltigkeit – Kurzfassung des Vortrages im Kongress „Bauen für die Zukunft - nachhaltig und innovativ“ – 16/17.02.2010, Berlin

**Lützkendorf et. al. (2007):** Lützkendorf, T./ Schäfer H./ Scholand, M.: ImmoInvest – Grundlagen nachhaltiger Immobilieninvestments, 2007

**Proll (2006):** Proll, R. U. / Drey, F. – Die 20 Besten: PPP-Beispiele aus Deutschland – Bundesanzeiger Verlag, Köln 2006

**Schäfers (1997):** Schäfers, W.: Strategisches Management von Unternehmensimmobilien – Verlagsgesellschaft Rudolf Müller, Köln 1997

**Schulte (1998):** Immobilienökonomie Band 1: Betriebswirtschaftliche Grundlagen, Ouldenburg Verlag, 1998

**Thiessen (2007):** Thiessen, O.: Untersuchung der Gestaltung des Vertragsendes bei PPP-Hochbauprojekten aus baubetrieblicher Sicht – Universität Duisburg-Essen, 2007