

Henning Balck

**Lebenszyklusorientierte
Planungsprozesse, Ausschreibungen
und Vergaben
Pilotierung in der Projektbegleitung
öffentlicher Bauvorhaben im Hochbau**

F 2960

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

2015

ISBN 978-3-8167-9543-8

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

www.baufachinformation.de

www.irb.fraunhofer.de/tauforschung

Forschungsprojekt

Lebenszyklusorientierte Planungsprozesse,
Ausschreibungen und Vergaben – Pilotierung in der
Projektbegleitung öffentlicher Bauvorhaben im Hochbau

Endbericht – Mai 2015

Vorgelegt von Prof. Henning Balck

IPS – Institut für Projektmethodik
und Systemdienstleistungen

Der Forschungsbericht wurde mit Mitteln der Forschungsinitiative Zukunft Bau
des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung gefördert.

(Aktenzeichen: SF – 10.08.18.7-10.09 // II 3 – F20-10-011)

Die Verantwortung für den Inhalt des Berichts liegt beim Autor.

**IPS – Institut für Projektmethodik
und Systemdienstleistungen**

Obere Neckarstraße 21
69117 Heidelberg

Tel.: 06221-5025 89-0
info@ips-institut.de

IPS-Forschungsgruppe

Prof. Henning Balck – Wissenschaftliche Leitung

Dipl.-Ing. Gerhard Kuder - LifeCycle Engineering

Dipl.-Ing. Werner Schwind – Building Automation

Dieter Hohmann, Pfiff-Institut – LZK Bodenbeläge

Andreas Kirbach / Tim Konath / Sandra Kubis / Norman Spalteholz / Jochen Schopp – LZK-Rechenmodelle und Simulationen

Sandra Kubis / Dr. Yasemin Leylek – Redaktion

Betreuung ZukunftBAU

Miriam Hohfeld; BMUB / Dr. Brüggemann BBR

Wissenschaftliche Begleitung / strategische Beratung:

Prof. Dr.-Ing. Thomas Lützkendorf, IEU Weimar

Forschungspartner rechtswissenschaftliche Untersuchung

HFK Rechtsanwälte – Prof. Horst Franke / Johanna Walliczek

Forschungspartner Pilotierungsprojekte

Umweltbundesamt UBA und BBR – Projekt „UBA 2019“, Berlin

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung BBSR,
Nicolas Kerz – Projekt „UBA 2019“

HGW Amt für Hochbau und Gebäudewirtschaft, Stadt Karlsruhe
Projekt Neubau Walter Eucken Schule, Karlsruhe

UKL Universitätsklinikum Leipzig – Erneuerung RLT-Anlagen

Begleitende wissenschaftliche Arbeitsgruppe

Prof. Dr. Martin Becker, Hochschule Biberach

Prof. Dr. Thorsten Beckers, TU Berlin

Prof. Dr. Elmar Bollin, Fachhochschule Offenburg

Prof. Dr. Graubner, TU Darmstadt

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	I
Abkürzungsverzeichnis	VI
Abbildungen im Text	VIII
Tabellen im Text	X
Vorbemerkung	11
Zusammenfassung	12
Teil 1	22
Methodische Grundlagen lebenszyklusorientierter Planungs- und Beschaffungsprozesse	22
1. Orientierung der Planung an Werten des Nachhaltigen Bauens	22
1.1 Aktuelle Probleme der Planungsmethodik.....	22
1.2 Gebot der Nachhaltigkeit – Wandel im politischen und gesellschaftlichen Wertsystem	25
1.3 Zertifizierungen verändern Planungs- und Bauabläufe	27
2 Bauprojekte – Lebenszyklusobjekte – Prozesse – Produkte	30
2.1 Das Bauprojekt im Lebenszyklusansatz	30
2.1.1 Das Bauprojekt als Mittelglied in Wertschöpfungsketten	30
2.1.2 Zielsystem für Bauprojekte in Lebenszyklusperspektiven.....	32
2.2 Lebenszyklusobjekte	34
2.2.1 Einführung mehrerer Objektperspektiven für Bauwerke	34
2.2.2 Lebenszyklusobjekte – Prozessorientierte Ganzheiten von der Planung bis zum Objektende	35
2.2.3 Hierarchie der Lebenszyklusobjekte.....	38
2.2.4 Gliederung der Lebenszyklusobjekte in 3 Systemebenen	39
2.3 Prozessbegriffe der Lebenszyklusobjekte – Vorbildliche Terminologie der Gebäudetechnik.....	41
2.3.1 Prozesse des Betreibens – Entwicklung der Terminologie	41
2.3.2 Instandhaltung und Erneuerung	46
2.3.3 Nutzerprozesse – Technische Konditionierung – Bedienen.....	47

2.4	Bauteile und Produkte	52
2.4.1	Bauteile und Produkte – Aufeinandertreffen von objektbezogenen und produktbezogenen Lebenszyklen	52
2.4.2	Bauwerke als Konfigurationen produktgenerierter Bestandteile.....	54
3	Kostenbegriffe und Kostensystematik im Lebenszyklusansatz	56
3.1	Leitstruktur des LZK-Modells.....	56
3.1.1	Erweitere DIN 276 anstelle der DIN 18960 als Leitstruktur.....	56
3.1.2	Zuordnung von Folgekosten zur DIN 276-Leitstruktur	59
3.2	Berechnung von Kosten-Dipolen.....	62
3.2.1	Planungsmethodische Anforderungen an Kosten-Dipole.....	62
3.2.2	Berechnung der Energiekosten	64
3.2.3	Ermittlung des Wasserverbrauchs.....	66
3.2.4	Berechnung der Kosten des Betriebens und der Reinigungskosten	66
3.2.5	Berechnung der Erneuerungskosten und Verwertungskosten.....	72
3.2.6	Module der Kostenmatrix des LZK Modells	77
3.2.7	Zeitbezogene Gliederung der Lebenszykluskosten	90
3.2.8	Rechenregeln im LZK-Modell.....	93
4	Strategische Bauteile und Kostengruppen	95
4.1	Ökonomisch Strategische Bauteile.....	95
4.2	Energetisch „Aktive Bauteile“ und energetisch „Passive Bauteile“	97
5	Steuerung von Lebenszykluskosten	101
5.1	Unbestimmtheit und Komplexität der Kostensteuerung und Qualitätssteuerung	101
5.2	Zweifache Unschärfe in Kostenprognosen – Überlagerte Ermittlungen von Investitionskosten und Folgekosten.....	105
5.2.1	Unvermeidbar ungenaue Ermittlungen von Erstkosten als Basis unvermeidbar ungenauer Prognosen von Folgekosten	105
5.2.2	Einhaltung eines Investitionsrahmens im LZK-Modell – nur möglich durch bauteilbezogene Flexibilisierung	110

Teil 2	112
Erfahrungen mit dem Lebenszyklusansatz in der Projektbegleitung – Entwicklung, Anwendung und empirische Analysen methodischer Konzepte ..112	
6	Auswertungen der LZK-Rechenmodelle.....112
6.1	Rechnerische Voraussetzungen im LZK-Modell für Auswertungen112
6.1.1	Aufteilungen und Kennungen im LZK-Rechenmodell als Grundlage von Kostenauswertungen112
6.1.2	Auswertungen von Lebenszykluskosten auf zwei Systemebenen mit drei Zeitmodalitäten115
6.2	Auswertungen jahresbezogener Kosten.....116
6.3	Auswertungen zyklusbezogener Kosten.....119
6.4	Auswertung der gesamten Lebenszykluskosten.....119
6.4.1	Investitions- und Folgekostenanteile Strategischer und Nicht-strategischer Bauteile in 10 - 50 Jahren119
6.4.2	Abgleich Investitionskosten und Folgekosten – 2.Stelle DIN 276124
6.4.3	Pareto-Verteilungen bauteilbezogener Folgekosten in 10 - 50 Jahren.....126
6.5	Lebenszykluskosten-Faktoren.....132
6.6	Überwindung von einseitig thermischen Optimierungen – hin zu umfassenden Optimierungen aller Folgekosten135
7	Projektbegleitungen im Lebenszyklusansatz – Ansätze und Beispiele für Optimierungen.....138
7.1	Lebenszyklusorientierte Projektbegleitung im Bauvorhaben „UBA 2019“ 138
7.1.1	Baufgabe und Ausgangssituation der Projektbegleitung.....138
7.1.2	Planungskonzept und Überprüfung der Nachhaltigkeit des Lösungsvorschlags140
7.1.3	Untersuchung alternativer Bauwerkkonzepte142
7.2	Lebenszyklusorientierte Projektbegleitung im Bauvorhaben „Walter Eucken Schule, Karlsruhe“145
7.2.1	Baufgabe und Ausgangssituation der Projektbegleitung.....145
7.2.2	Planungskonzept orientiert an Zielen der Nachhaltigkeit147
7.2.3	Optimierungen in der Begleitung des Projektes „Walter Eucken Schule“.151
„Lebenszyklusorientierte Planungsprozesse, Ausschreibungen und Vergaben – Pilotierung in der Projektbe- gleitung öffentlicher Bauvorhaben“ - Forschungsinitiative ZukunftBAU – Stand 05-2015	

7.3	Gebäudeoptimierung durch Computersimulationen – Variantenanalysen von Basissimulationen in Schulprojekten.....	152
7.4	Lebenszyklusorientierte Optimierungen im Projekt „Erneuerung einer Raumluftechnischen Anlage im Universitätsklinikum Leipzig“	157
7.4.1	Ausgangssituation und strategische Ziele des UKL.....	157
7.4.2	Methodisches Konzept des Re-Engineering.....	159
7.4.3	Phasenmodell	161
7.5	Optimierung „Ökologisch-gesundheitlich Strategischer Bauteile“ in allen Projektphasen	164
7.5.1	Definition von Ökologisch-gesundheitlich Strategischen Bauteilen	165
7.5.2	Optimierung Ökologisch-gesundheitlich strategischer Bauteile	166
7.6	Optimierung Ökonomisch Strategischer Bauteile in der Entwurfs- und Ausführungsplanung	170
7.6.1	Optimierung von Bodenbelägen.....	170
7.6.2	Optimierung von Aktiven Bauteilen.....	171
7.6.3	Auswahl von Leuchten in Bauteil-Produkte-Szenarien	176
7.7	Optimierung Ökonomisch Strategischer Bauteile in Ausschreibungs- und Vergabeverfahren	181
7.7.1	Randbedingungen bauteilorientierter und produktorientierter Ausschreibungen im Lebenszyklusansatz.....	181
7.7.2	Ausschreibung von RLT-Anlagen in einem Lebenszyklusansatz.....	183
8	Planen und Beschaffen – Rückblick auf die Projektbegleitungen und Ausblick.....	188
8.1	Bauteilwissen und Produktwissen – eine Wechselwirkung.....	188
8.2	Vorteile und Nachteile der Bauteile- und Produkte-Optimierung im Projektablauf	190
8.3	Hemmnisse in Planung und Bauwirtschaft – auch in naher Zukunft	193
8.4	Ausblick – Neue Marktmuster im Lebenszyklusansatz	194

Teil 3	197
Juristische Grundlagen und Gesichtspunkte für Ausschreibungen und Vergaben im LZ-Ansatz.....	197
9	Vergaberechtliche Grundlagen für lebenszyklusorientierte Bauvorhaben200
9.1	Einleitung200
9.2	Einführung in die Rechtsgrundlagen der Lebenszyklusorientierten Vergabe unter Berücksichtigung der Rechtsentwicklung204
9.2.1	Impulse und Maßnahmen.....204
9.2.2	Normative Rechtsgrundlagen für allgemeine Bauvorhaben (EU-Richtlinien, GWB, VgV, VOB/A, VOL/A)211
9.2.3	Sektorenbereich234
9.2.4	Verteidigung und Sicherheit236
9.3	Berücksichtigung von Lebenszykluskriterien bei Planung, Ausschreibung und Vergabe237
9.3.1	Allgemeine Grundsätze238
9.3.2	Erstellung der Vergabeunterlagen.....246
9.4	Ausblick: Das neue EU-Vergaberecht – die EU als Innovationsunion.....292
9.4.1	Zuschlagskriterien, Art. 66.....293
9.4.2	Lebenszykluskostenrechnung, Art. 67.....295
9.4.3	Bedingungen für die Auftragsausführung, Art. 70.....296
9.4.4	Innovationspartnerschaft, Art. 29.....296
9.5	Fazit297
QUELLEN	300

ANHANG ergänzender Dokumentationsband

Abkürzungsverzeichnis

AMEV	Arbeitskreis Maschinen- und Elektrotechnik staatlicher und kommunaler Verwaltungen
BBR	Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung
BBSR	Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung
BGB	Bürgerliches Gesetzbuch
BKI	Baukostenindex
BLB	Bau und Liegenschaftsbetrieb
BMVBS	Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung
BNB	Bewertungssystem 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
GA	Gebäudeautomation
GEFMA	German Facility Management Association
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
LZO	Lebenszyklusobjekte

„Lebenszyklusorientierte Planungsprozesse, Ausschreibungen und Vergaben – Pilotierung in der Projektbegleitung öffentlicher Bauvorhaben“ - Forschungsinitiative ZukunftBAU – Stand 05-2015

Abkürzungsverzeichnis

LZQ	Lebenszyklusqualitäten
NWA	Nutzwertanalyse
MSR	Mess-, Steuer-, Regeltechnik
PPP	Public Private Partnership
StLB	Standardleistungsbuch
UBA	Pilotprojekt Büroneubau „Haus 2019“ des Umweltbundesamtes, Berlin
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
WES	Pilotprojekt Walther Eucken Schule Karlsruhe

Abbildungen im Text

Abb. 2-1	Die bauwirtschaftlich-technologische Wertschöpfungskette des Bauens [Quelle: H. Balck].....	30
Abb. 2-2	Erweiterung des Projektzielsystems zu einem lebenszyklusorientierten Zielsystem [Quelle: H. Balck].....	33
Abb. 2-3:	VDI 3801 Betreiben von RLT Anlagen – gültig bis 2005 [Quelle: IPS] ...	42
Abb. 2-4:	Vorschlag zur Integration des Energiemanagement in das Betreiben in Anlehnung an VDI 3810 „Betreiben und Instandhalten von gebäudetechnischen Anlagen“ [Quelle: H. Balck].....	44
Abb. 2-5:	Raumbezogene Prozessketten der unterstützender Prozesse am Beispiel raumluftechnische Anlagen [Quelle: H. Balck]	51
Abb. 3-1	Leitgliederung nach DIN 276 [Quelle: H.Balck].....	58
Abb. 3-2	Die Systemebenen der Lebenszyklusobjekte korrespondieren mit Entwurfsstrategien [Quelle: H. Balck]	60
Abb. 3-3	Erstkosten und Folgekosten als „Kosten-Dipole“ auf den 3 Systemebenen der Lebenszyklusobjekte [Quelle: IPS].....	61
Abb. 3-4	Gliederungssystematik der Lebenszykluskosten in Anlehnung an VDI 2067	77
Abb. 5-1	Sprungkosten der Erneuerung – LZK-Modellrechnung im UBA Projekt [Quelle: IPS].....	104
Abb. 5-2	Beeinflussbarkeit von LZK in den Projektphasen [Quelle: H. Balck].....	106
Abb. 6-1	Jährliche Kosten – Differenzierung nach gebäudebezogenen Jahreskosten und bauteilgenerierten Jahreskosten [Quelle IPS]	117
Abb. 6-2	UBA – Kostenverhältnis der LZK Strategischer Bauteile zu den LZK Nicht-strategischer Bauteilen.....	122
Abb. 6-3	WES – Kostenverhältnis der LZK Strategischer Bauteile zu den LZK Nicht-strategischer Bauteilen.....	122
Abb. 6-4	UBA - Gegenüberstellung Investitionskosten und Folgekosten DIN 276 2.Stelle mit zugeordneter Anzahl Strategischer Bauteile	125

„Lebenszyklusorientierte Planungsprozesse, Ausschreibungen und Vergaben – Pilotierung in der Projektbegleitung öffentlicher Bauvorhaben“ - Forschungsinitiative ZukunftBAU – Stand 05-2015

Abb. 6-5	WES - Gegenüberstellung Investitionskosten und Folgekosten DIN 276 2.Stelle mit zugeordneter Anzahl Strategischer Bauteile	125
Abb. 6-6	UBA – Pareto-Verteilung bauteilbezogener Investitionskosten und Folgekosten – 10 Jahre, max. ND	129
Abb. 6-7	WES – Pareto-Verteilung bauteilbezogener Investitionskosten und Folgekosten – 10 Jahre, max. ND	130
Abb. 6-8	UBA – Pareto-Verteilung bauteilbezogener Investitionskosten und Folgekosten – 50 Jahre, max. ND	130
Abb. 6-9	WES – Pareto-Verteilung bauteilbezogener Investitionskosten und Folgekosten – 50 Jahre, max. ND	131
Abb. 6-10	Auswertungen aus Pareto-Verteilungen in den Projekten UBA und WES mit LZK-Faktoren strategischer Bauteile, die im Berechnungszeitraum von 20 Jahren ca. 20 % der gesamten Investition umfassen	134
Abb. 7-1	Service für das Kerngeschäft [Quelle: IPS].....	158
Abb. 7-2	Qualitätsmanagement im Service [Quelle: IPS].....	159
Abb. 7-3	Nutzerprozesse – Anlagentechnische Prozesse – Serviceprozesse [Quelle: IPS].....	160
Abb. 7-4	Vorgehensmodell der Erneuerung einer RLT-Anlage im Bestand des Universitätsklinikums Leipzig [Quelle: IPS].....	163
Abb. 7-5	Kostentreiber elektronischer Bauteile – Beispiel Regler Raumautomation	172
Abb. 7-6	Kostentreiber elektronischer Bauteile – Beispiel Regler Raumautomation – Sensitivitätsanalysen durch Minderungsfaktoren.....	173
Abb. 7-7	Bewertung von Alternativen Leuchten durch Analyse der Lebenszykluskosten für 20 Jahre	178

Tabellen im Text

Tab. 3-1	Vergleich der Jahreskostenfaktoren nach AMEV (2013) in der 2. Stelle DIN 276 und VDI 2067 (2012) in der 5.-6.Stelle DIN 276 [Quelle: IPS]..	68
Tab. 3-2	Auswertung der BBSR-Nutzungsdauertabelle – Datengrundlage: BBSR 2010 [Quelle: IPS]	74
Tab. 3-3	Kosten-Systematik im LZK-Modell.....	78
Tab. 5-1	LZK-Systematik bauteilorientiert – Beispiel Leuchten [Quelle: IPS]	110
Tab. 6-1	Vergleich der Investitionsanteile für die technische Gebäudeausrüstung [Quelle: AMEV 2013, Auszug]	123
Tab. 6-2	Beispiele Strategischer Bauteile – Auswertung nach Kennungen und Kostengruppen.....	133
Tab. 7-1	Übersicht alternativer Bauweisen [Quelle: BBR]	143
Tab. 7-2	Ergebnisse der Nachhaltigkeitsbeurteilung in der Vorprüfung des Architekten-Wettbewerbs [Quelle: HGW / IPS]	146
Tab. 7-3	Auswertungsbeispiel im lebenszyklusorientierten Verfahren der RLT-Ausschreibung und Vergabe – UBA Projekt, Berlin [Quelle: IPS].....	187

Vorbemerkung

Forschung im Verbund – Einbezogene ZukunftBAU Forschungsprojekte

Im vorangegangenen ZukunftBAU-Projekt „Lebenszyklusorientierte Ausschreibung und Vergabe im Hochbau – Methodische Grundlagen“ (veröffentlicht 2012) wurde unter Leitung des Autors das Spektrum deutscher Regelwerke zur Kostenermittlung einer Durchmusterung unterzogen, um deren Anwendbarkeit für die Ermittlung und Optimierung von Lebenszykluskosten zu klären. Im vorliegenden ZukunftBAU Projekt folgte anschließend die Pilotierung dieser Forschungsergebnisse in zeitlich parallel laufenden Projektbegleitungen folgender öffentlicher Bauvorhaben:

Forschungsbegleitung des Büroneubaus „UBA 2019“ in Berlin (Null-Energie-Gebäude) – Inbetriebnahme 2014

Bauherr: BBR Berlin

Nutzer: Umweltbundesamt Berlin

Forschungsbegleitung des Neubauvorhabens „Walter Eucken Schule Karlsruhe“ (Passivhaus) – Inbetriebnahme 2014

Bauherr: Stadt Karlsruhe, Amt für Hochbau und Gebäudewirtschaft

Nutzer: Walter Eucken Berufskolleg

Forschungsbegleitung der Erneuerung von RLT-Anlagen im Universitätsklinikum Leipzig

Bauherr: Universitätsklinikum Leipzig, Planung und technische Gebäudeverwaltung

Nutzer: Dermatologisches Institut, Universitätsklinikum Leipzig

Das im vorliegenden Endbericht beschriebene Forschungsprojekt enthält außerdem Entwicklungsergebnisse und Anwendungserfahrungen zum Lebenszyklusansatz aus den vom IPS-Team bearbeiteten ZukunftBAU-Projekten „LifeCycle Benchmarking“ und „Lebenszyklusorientierte Produktinformationen“ (s. ZukunftBAU Projektliste im Literaturverzeichnis). Durch die Wechselwirkung aufeinander bezogener und inhaltlich verknüpfter Forschungsinhalte entstanden im Verbund dieser Projekte zusammenhängende methodische Ansätze und Bausteine. Darauf wird im Teil 1 (Grundlagen) Bezug genommen.

Zusammenfassung

Nachhaltiges Bauen ist zugleich ein politisch-gesellschaftliches Gebot und eine wirtschaftliche Herausforderung. Im Aufeinandertreffen steigender gesetzlicher Anforderungen an die Nachhaltigkeit von Neubauten und Sanierungen – besonders an die Energieeffizienz – resultieren zunehmende wirtschaftliche Belastungen für Investoren und Bauherren. So werden erhöhte Aufwendungen für energetisch effiziente Gebäudehüllen und Mehraufwendungen für Gebäudetechnik oft als Hinderungsgrund für erforderliche Sanierungsmaßnahmen gesehen.

Solche Ansichten sind aber häufig das Resultat eines nur an kurzen Zeithorizonten orientierten Denkens, das nicht verallgemeinert werden darf. Tatsächlich hat sich in den letzten Jahrzehnten ein Leitbild der Nachhaltigkeit in weiten Teilen unserer Wirtschaft etabliert. Nach der UNO Umweltkonferenz 1992 in Rio entstand ein besonders in der Industrie vielbeachtetes Zielsystem, das Produktions- und Logistikprozesse gleichermaßen an ökologische und ökonomische Ziele ausgerichtet hat. Zudem wird als dritter Wert für die Nutzungsphase der Produkte die „soziale Dimension“ anerkannt. Ein Ergebnis sind in wachsender Zahl Erzeugnisse aus verschiedenartigsten Industriezweigen, die hohe Effizienzvorteile bei Energieverbrauch und Ressourceneinsatz verbinden. Eine politische Beförderung dieses Trends ist die Ökodesign-Richtlinie der EU, die 2011 in deutsches Recht umgesetzt wurde. Darin werden für „Energy related Products ErP“ stufenweise Standards für Effizienzklassen vorgeschrieben, die bei Neubau- und Ersatzmaßnahmen in Beschaffungs- und Lieferprozessen einzuhalten sind – z. B. für Leuchtmittel, Pumpen, Ventilatoren.

Es ist verständlich, wenn solche Regularien in der Anwendungspraxis als „Kostenlasten“ kritisiert werden. Es darf aber nicht übersehen werden, dass sie für Innovationsprozesse – für Produkte und Technologien – ein für unsere technologische Zukunft wichtiges Umfeld von Anreizen schaffen, Effizienzniveaus anzuheben. Die rasante Entwicklung der LED-Leuchten ist dafür ein Paradebeispiel. Es verdeutlicht, dass anfänglich hohe Anschaffungskosten im Verlauf der Marktdurchdringung im Vergleich zu etablierten Erzeugnissen – z. B. Leuchtstofflampen – immer mehr auf ein wirtschaftlich attraktives Niveau absinken. Umgesetzt in Entscheidungskriterien für Bauherren und Planer heißt das:

Das Verhältnis von investiven Kosten einer Produkt-Anwendung zu deren prognostizierbaren Folgekosten muss als Beschaffungsvorteil erkennbar sein !

An dieser Stelle wird planungsmethodisch der Lebenszyklusansatz ausschlaggebend, um im Zielsystem der Nachhaltigkeit – mit „Langzeitverantwortung“ – richtige Investitionsentscheidungen zu treffen. Innovationspotenziale der Industrie werden also nur dann zu Treibern des nachhaltigen Bauens, wenn Sie auf der Nachfrageseite – also bei Investoren, Bauherren und den einbezogenen Architekten und Ingenieuren – als wirtschaftlich attraktive Bauprodukte ausgewählt werden. Dazu ist es erforderlich, entlang der Projektphasen nicht nur investive Kosten der geplanten Bauwerk-Bestandteile, sondern auch die damit verbundenen Folgekosten in die Vorbereitung von Beschaffungsentscheidungen einzubeziehen. Methodisch resultiert daraus die Frage:

Durch welche Methoden und Instrumente können Lebenszykluskosten der Bauwerk-Bestandteile entlang der Projektphasen eines Bauvorhabens optimiert werden ?

In den begleiteten Projekten entstand in der Verfolgung dieser Frage ein umfassender methodischer Ansatz, der gleichermaßen die Optimierung von Investitionskosten und Folgekosten beinhaltet und darüber hinaus die Bauqualität nach DGNB- / BNB-Kriterien einbezieht.

Bauteile und Produkte – Lebenszykluskosten und Qualitäten sind abhängig von den industriellen Potenzialen des Bauens

Industrielle Potenziale des Bauens sind im Bauprojekt nur selten schon bei Projektbeginn erkennbar. Erst nach einer ausreichenden Konkretisierung entlang von zunehmend detaillierten Entwürfen geraten sie in den Fokus von Realisierungsmöglichkeiten. Es sind daher vor allem die planerischen Festlegungen auf der Bauteilebene, die eine Lösung des Schnittstellenproblems zwischen Industrie und Planerwelt ermöglichen. Das ist auch die grundlegende Erfahrung der Projektbegleitungen im Forschungsprojekt: Erst wenn im Planungsverlauf baulich-technische Lösungen – und zwar in Form detaillierter *Bauteil-Konfigurationen* – darstellbar sind, lassen sich dazu marktbezogen korrespondierende *Produkt-Konfigurationen* aufweisen.

Methodisch gesehen sind solche Konfigurationen gleichsam Erfindungen des Entwurfsverfassers – abhängig von dessen Einfallsreichtum, aber auch vom je verfügbaren Wissen. Das heißt zugleich, dass Produkt-Entscheidungen prinzipiell abhängig sind vom Kontext individueller Entwürfe und bezüglich der dafür relevanten Produktangebote des Marktes zahlreiche Alternativen haben. Hier gilt es nun, Verknüpfungen zwischen Entwurfsbestimmungen in Form von Bauteilen und deren Umsetzbarkeit durch Produkt-Anwendungen zu finden, die in der Bewertung der Nachhaltigkeit optimal sind.

Wenn es also gelingt, entwurfsorientiertes Wissen der Planer in geeigneter Trennschärfe in Bauteilwissen abzubilden – daraufhin jeweils relevantes Produktwissen der Hersteller zu erkunden – können bauliche Lösungen gefunden werden, die im Marktpotenzial optimal realisierbar sind. Gesucht sind also „entwurfsgesteuerte“ Systeme und Produkte, die qualitativ und wirtschaftlich den Zielen der Nachhaltigkeit gerecht werden¹.

Nicht-energetische Folgekosten

In den Projektbegleitungen entstanden hierfür in enger Zusammenarbeit mit den Forschungspartnern – den Verantwortlichen der Bauherrenorganisation und beauftragten Planern – methodische Ansätze. Sie wurden durch experimentell entwickelte Rechenmodelle für Lebenszykluskosten in Verbindung mit Bewertungen der Bauqualität im Hinblick auf ihre Anwendbarkeit getestet. Zur Modellierung wurden Objektdaten auf der Bauteilebene in historischen Zeitskalen angelegt. Parallel wurden durch Thermodynamische Computersimulationen gebäudebezogene Energieverbräuche ermittelt. Ein Extremfall ist das begleitete UBA-Projekt in Berlin, in dem das nach den EU-Vorgaben für 2019 geforderte Niveau der „0-Energie“ angestrebt und erreicht wurde (Inbetriebnahme 2014)². Die Auswertungen der lebenszyklusorientierten Rechenmodelle (LZK-Modelle) ergaben, dass die bauteilbezogen ermittelbaren Folgekosten eines errichteten Bauwerks in einem Betrachtungszeitraum von 50 Jahren zwischen 90 % (WES-Projekt) und 100 % (UBA-Projekt) der gesamten Folgekosten eines Bauwerks betragen. Dieses Ergebnis hat alle Beteiligten überrascht – und gab den Anstoß zur Einschätzung eines Trends:

Die begleiteten Neubauvorhaben sind Musterbeispiele für die Verschiebung der Folgekosten durch energetische Optimierungen. Während Gebäudeenergiekosten von Nicht-Wohngebäuden im heute überwiegenden Bestand aus Baujahren der 1960er – 80er Jahre ca. 20 – 30 % der jährlichen Nutzungskosten ausmachen, geht dieser Anteil auf-

¹ Dieser Zusammenhang wurde im ZukunftBAU-Projekt „Lebenszyklusorientierte Produktinformationen“ eingehend zusammen mit Forschungspartnern der Industrie untersucht – ZukunftBAU Balck (2013).

² Das UBA 2019-Bürogebäude in Berlin-Marielfelde ist das erste Netto-Null-Energie-Haus des Bundes. Im Betrieb des Gebäudes wird der Energiebedarf vollständig vor Ort durch nachhaltig regenerative Energieerzeugung in der Bilanz eines Jahres gedeckt (Wärme und Strom). Damit kann das Gebäude die ab 2019 geltenden Anforderungen der EU-Richtlinie zur Gesamtenergieeffizienz (2010/31/EU) von Gebäuden als Standard für Niedrigstenergiegebäude bereits jetzt erfüllen. Zertifiziert wurde das Gebäude 2015 nach dem BNB-System mit Gold.

grund der heute erreichbaren energetischen Gebäudeeffizienz gegen Null. Bei „Energie Plus“-Gebäuden werden sogar energetische Gewinne erzielt.

Somit verbleiben alle nicht-energetischen Folgekosten im Zeithorizont der Lebenszykluskosten: Kosten für das Betreiben und für die Reinigung sowie für die Erneuerung und End of Life-Phase von Bauteilen am Ende der Nutzungsdauern – und das sind durchweg *bauteilgenerierte Folgekosten*. Da auch alle Investitionskosten bauteilscharf dargestellt werden können, kann verallgemeinert werden:

Für Null-Energiehäuser sind deren Lebenszykluskosten die Summe aus bauteilscharf ermittelten Investitionskosten und bauteilgenerierten Folgekosten – vor allem Kosten für Instandhaltung und Erneuerungen.

Ein wichtiges Forschungsergebnis ist die methodische Konsequenz: Während die Verringerung von Energiekosten nur mit Hilfe systemischer Gebäudemodelle möglich ist – z. B. durch thermodynamische Computersimulationen oder Rechenmodelle nach DIN 18599 – müssen bei der Optimierung der bauteilgenerierten Folgekosten alle relevanten Bauteile einzeln betrachtet und hinsichtlich alternativer Realisierungsmöglichkeiten „bauteilscharf“ untersucht werden. Ein Schwerpunkt sind dafür Bauteil-Alternativen bzw. Produkt-Alternativen der gesamten Gebäudetechnik.

„Ökonomisch Strategische Bauteile“ – Pareto Verteilungen in der Struktur der Lebenszykluskosten

Im Büroneubauprojekt für das Umweltbundesamt in Berlin wie auch im Schulbauprojekt in Karlsruhe wurde als Ergebnis einer detaillierten Investitionsanalyse herausgefunden, dass ca. die Hälfte der gesamten Baukosten zu solchen Bauteilen gehören, die in allen rechnerischen Betrachtungszeiträumen der ermittelten Lebenszykluskosten (Zeitschnitte alle 10 Jahre, bis 50 Jahre) überhaupt keine bauteilgenerierten Folgekosten haben – aufgrund der Bauteil-Lebensdauer langlebiger Materialien (z. B. Bauteile des Tragwerks). Weitere Analysen ergaben für beide Gebäude in mehreren Zeitschnitten Pareto-Verteilungen, in denen eine Gruppe von Bauteilen mit ca. 20 % der gesamten Investitionskosten ca. 80 % der bauteilgenerierten Folgekosten verursachen: Solche Gebäudebestandteile werden vom Autor als „Ökonomisch strategische Bauteile“ oder vereinfacht als „Strategische Bauteile“ definiert. Das sind Bauteile, die aufgrund ihrer Beschaffenheit und Funktionsweisen Folgekosten verursachen – z. B. Reinigungskosten von Bodenbelägen und Verglasungen, Wartungskosten technischer Komponenten,

Hilfsenergie für Ventilatoren und Pumpen, Stromverbrauch für Leuchten³. In den betrachteten Zeitschnitten betragen deren Folgekosten je Bauteil oft ein Vielfaches – bis zum 15-fachen (!) – der jeweils ursprünglichen investiven Kosten dieser Bestandteile.

Diesem empirischen Sachverhalt entsprach in den Projektbegleitungen die Konzentration auf wenige im Entwurfsprozess herausgefundene Bauwerksteile mit entsprechenden Kostengruppen der Investition. Dazu gehörten Außenwände, Fenster, Bodenbeläge, Lüftungstechnische Anlagen, Leuchten und Lichtsysteme. In Optimierungsprozessen wurden jeweils Investitionskosten und Folgekosten „bauteilscharf“ für konstruktive und technische Varianten ermittelt und bewertet. Die Ergebnisse dienten im Entscheidungsprozess der Bauherren / Planer dazu, bestmögliche Kosten-Qualitäten Verhältnisse für Nutzung und Betrieb zu erzielen – durch Varianten bei Konstruktionen, Material- und Produktauswahl.

„Ökologisch-gesundheitlich Strategische Bauteile“

In der Projektbegleitung des Büroneubaus für das Umweltbundesamt in Berlin erwies sich der gewählte methodische Ansatz zudem als Ausgangspunkt, parallel zu den „Ökonomisch Strategischen Bauteilen“ auch ökologische und hygienische Kriterien für die Fokussierung optimierungswürdiger Bauteile zugrunde zu legen. Nach Abschluss solcher Entwurfsoptimierungen wurde dafür die Bezeichnung „Ökologisch-gesundheitlich Strategische Bauteile“ gewählt. Ein wichtiges Ergebnis der Forschungsarbeit ist die Möglichkeit, dass in beliebigen Bauvorhaben beide Ansätze – die Orientierung auf „Ökonomisch Strategische“ und auf „Ökologisch-gesundheitlich Strategische Bauteile“ – kombiniert werden können⁴.

³ Die vom Autor Mitte der 1990er Jahre aufgestellte Hypothese, dass ca. 20 % der gesamten Investitionen nur bestimmte Bestandteile eines Bauwerks betreffen, die durch ihre Funktionen und Betriebsbedingungen ca. 80 % aller Folgekosten in den ersten 2-3 Jahrzehnten der Gebäudenutzung verursachen, war eine Leithypothese der beschriebenen Projektbegleitungen. Sie wird zwar durch die vorliegenden Ergebnisse in mehrerer Hinsicht bestätigt, bleibt aber weiterhin eine Aufgabe empirischer Untersuchungen der Bauforschung – allerdings unter der Bedingung, dass die jeweils verbauten Anlagen und Komponenten der Gebäudetechnik umfassend berücksichtigt werden.

⁴ Dieses Ergebnis der Methodenentwicklung entstand in der Zusammenarbeit mit dem BNB-Auditor Nicolas Kerz. Es hatte seinen Ursprung in den Zielvorgaben des Bauherren (BBR) und Nutzers (Umweltbundesamt). Das BNB-Bewertungssystem war in allen Projektphasen zielführend. In der so erweiterten Projektbegleitung hat sich auch bestätigt, dass ökonomische und ökologische Entwurfsziele zugleich verfolgt werden können und sich nicht widersprechen müssen.

Lebenszyklusorientierte Produktauswahl – Beschaffung im Spannungsfeld von Marktregularien und Nutzenstiftung

Zu den Forschungsaufgaben gehörte die Entwicklung eines integrativen Vorgehensmodells, das innerhalb projektbezogener Beschaffungsprozesse eine weitgehende Koppelung von planungsbezogenem Bauteilwissen und marktorientiertem Produktwissen erleichtert. Dieser Ansatz konnte in den durchgeführten Projektbegleitungen mit prüfbareren Ergebnissen umgesetzt werden. Dazu musste allerdings der ursprüngliche Forschungsschwerpunkt, der vorwiegend auf die Ausschreibungs- und Vergabeabläufe ausgerichtet war, erweitert werden. Das angestrebte Vorgehensmodell wurde deswegen auf die gesamte Prozesskette projektbezogener Abläufe ausgedehnt – andernfalls wäre die Abhängigkeit lebenszyklusorientierter Produktentscheidungen von vorlaufenden Planungsschritten und nachlaufenden Lebenszyklusphasen nicht darstellbar. Um also in den Phasen des Projektablaufs Anforderungen an nachhaltige Bauwerkteile und Bauteile verfolgen zu können, sind prinzipiell zur Orientierung parallel folgende Fragen zu beachten:

PLANUNGSASPEKT: Welche methodischen Konsequenzen hat die Lebenszyklusorientierung auf Bauteile in Planungsprozessen von Bauvorhaben ?

BESCHAFFUNGSASPEKT: Welche methodischen Konsequenzen hat die Lebenszyklusorientierung auf Produkte in Ausschreibungs- und Vergabeprozessen?

Im Brennpunkt dieser Fragen steht der technologische Sachverhalt, dass Bauwerke aus Produkten erzeugt werden. Die Entscheidung für Produkte ist allerdings gekoppelt an die im Entwurfsprozess vorausgegangene Entscheidung, aus welchen „Bauteilen“ das entworfene Bauwerk bestehen soll. Die Bauteilorientierung ist somit in methodischer Sicht das Mittelglied zwischen konzeptionellen Festlegungen der Architekten bzw. planenden Ingenieure und den Ausführungsprozessen durch Produktlieferanten und ausführende Firmen (vgl. in **Kap. 9.3.1.5** die Problematik der Produktneutralität).

Die von eingesetzten Produkten abhängigen Folgeprozesse der realisierten Bauwerkteile und Bauteile – und deren Spiegelung in Folgekosten – sind ein Gegenstandsbe- reich, der in den zurückliegenden Jahrzehnten durch das Facility Management in der Bau- und Immobilienwirtschaft zunehmend Beachtung fand und nun im Zuge der Aus- richtung des Bauens auf Nachhaltigkeitsanforderungen auch zum Planungsinhalt in Bauprojekten wird. Das bedeutet methodisch, dass Beschaffungsprozesse in Baupro-

jekten, also Ausschreibungs- und Vergabeverfahren, von den vorausgehenden Entwurfs- und Planungsphasen ebenso wenig getrennt werden können wie von den nachfolgenden Prozessen des Betriebens, Bewirtschaftens, bis hin zu Erneuerungsmaßnahmen und schließlich Entsorgungs- und Recyclingprozessen.

„Bauteile-Produkte-Szenarien in der Planung“

In der Vorplanung und Entwurfsplanung, spätestens aber in der Ausführungsplanung, kann die Festlegung von Bauteileigenschaften auch von Produktinformationen abhängig gemacht werden. Dazu wurde im Forschungsprojekt die Methode der „Bauteile-Produkte-Szenarien“ entwickelt. Der Einstieg sind Marktrecherchen und die Einbeziehung von Produktwissen, das durch Produkthersteller angeboten wird. Diese in der Planungspraxis geläufige Vorgehensweise wird in einem Szenario so erweitert, das alternative Entwurfslösungen hinsichtlich zu erwartender Folgeprozesse mit Folgekosten im Detail „bauteilscharf“ untersucht werden. Nach Kriterien der Nachhaltigkeit werden ausgewählte – und vor allem alternative – Produkte bewertet. Das Ergebnis sind produktneutrale Vorgaben in Leistungsverzeichnissen für einen „Produkte-Korridor“, in dem Bieter konkrete Produkte auswählen und auspreisen.

Beteiligung von Bietern an der Bauteiloptimierung

Wenn Bieter über bauteilbezogenes Wissen verfügen, das bei planenden Architekten und Ingenieuren nicht oder nur unzureichend vorhanden ist, kann die Beachtung von Folgekosten in Verbindung mit der Produktauswahl auch in einem begrenzten Umfang den Bietern überlassen werden. Ein solcher Fall wurde beispielhaft für die Ausschreibung von Lüftungsgeräten im UBA-Projekt durchgeführt. Anders als in den zuvor beschriebenen Bauteile-Produkte-Szenarien mit geschätzten Kosten sowohl für investive Kosten als auch für prognostizierte Folgekosten – also Kosten-Dipole – wurden in einem eigenen Verfahren Bieter aufgefordert, Preise mit Effizienzberechnungen für die vom Bieter gewählten Komponenten zu verbinden. Angebote enthalten also Preis-Kosten-Dipole.

Eine derartige komplett vom Bieter vorzunehmende Koppelung von kalkulierten Preisen mit produktabhängigen „systemischen Folgekosten“ ist immer dann vorteilhaft für Bauherren und Planer, wenn auf diese Weise zugleich wirtschaftlich attraktive Lösun-

gen mit höherer Kostensicherheit bei Folgekosten verbunden sind⁵. Am Ende zählt im Angebot der je Position festgelegte Preis aus „Produkt plus Wartung“ mit einer im LV festgelegten Wichtung von 60 % und den effizienzabhängigen Kosten des Energieverbrauchs der vom Bieter eingesetzten Komponenten mit 40 % Wichtung. Dadurch werden für Bieter Anreize für die Auswahl und das Zusammenwirken bestmöglicher Produkte in der Ausschreibung verankert.

Bei der durchgeführten Ausschreibung für Lüftungsanlagen war dieser Fall gegeben, weil der Bieter für jedes ausgeschriebene Lüftungsgerät eigenständig die zugehörigen Bauteile konfiguriert, entsprechende Produkte auswählt und bei vom ihm ausgewählten Zulieferern einkauft. Dadurch werden Bieter zu „Systemführern“ für Subsysteme. Denn das zugehörige Systemwissen hat der Bieter exklusiv – und nicht das planende Ingenieurbüro. Bieter schlagen eigenständige Systemlösungen vor, für die Planer lediglich Rahmenvorgaben machen.

Die angebotenen „Preis-Kosten-Dipole“ – aus Preisen für investive Bauwerk-Bestandteile und aus Berechnungen für Folgekosten – haben einen preisähnlichen Genauigkeitsgrad, denn Bieter müssen „prüfbare“ Daten liefern⁶. Sie sind in dieser Hinsicht zwar eine besser belastbare Entscheidungsgrundlage gegenüber reinen Kosten-Dipolen der zuvor beschriebenen „Bauteile-Produkte-Szenarien“, dürfen aber nicht überbewertet werden. Beide Wege sind methodisch nahezu gleichwertig, denn sie dienen sehr verschiedenen Ermittlungswegen und sind selten methodische Alternativen⁷:

- Reine Kosten-Dipole, die in Bauteile-Produkte-Szenarien durch Planer ermittelt werden – aus bauteilscharfen Investitionskosten und Folgekosten – eignen sich sehr gut für Einzelprodukte (z. B. Leuchten, Pumpen, Fenster), aber selten für Systemprodukte.

⁵ Für die ausgeschriebenen Lüftungsgeräte hatten die Bieter die Möglichkeit mit nur ihnen zugänglichen Algorithmen, ausgewählte Produktparameter im Zusammenwirken der Komponenten zu berechnen. In der Ausschreibung wurden dafür 3 Lastfälle vorgegeben (30 % / 50 % / 100 %). Der Bieter konnte auf dieser Basis Effizienzunterschiede alternativer Komponente rechnerisch vergleichen und kalkulatorisch bewerten.

⁶ Preise in Produktpositionen durch Bieter haben einen anderen Status als damit gekoppelte Kostenermittlungen für (immer unsichere) Folgekosten – es sei denn Bieter geben Garantien.

⁷ Die Unterscheidung von Systemprodukten und Einzelprodukten mit zugehörigen Anforderungen an Produktinformationen hat der Autor im ZukunftBAU Projekt „Lebenszyklusorientierte Produktinformationen“ dargelegt – ZukunftBAU Balck (2014).

- Preis-Kosten-Dipole, die von Systemanbietern angeboten werden – aus Preisen für die Errichtung von Subsystemen und Folgekosten für definierte Betriebsbedingungen dieser Systeme – eignen sich sehr gut für Systemprodukte (z. B. Beleuchtungsanlagen, Automationssysteme, Lüftungsgeräte), aber selten für Einzelprodukte.

Beide Wege der Beschaffung nach ermittelten Lebenszykluskosten sind allerdings im derzeitigen Planungsgeschehen nicht nur mit erhöhtem Aufwand abgrenzbar, sie verlangen auch sehr intensive Vorbereitungen in Verbindung mit Verfahrensrisiken.

Besonders die Erschließung von Marktpotenzialen durch die Einbeziehung von Bietern in lebenszyklusorientierte Optimierungsprozesse geschieht bis heute eher selten und wird gegenwärtig bei vielen Marktteilnehmern oft noch mit Skepsis gesehen. Das wird sich voraussichtlich mit wachsendem Innovationstempo in den technologiegetriebenen Teilen der Bauwirtschaft ändern. Die durchgeführten Projektbegleitungen haben das aber als unübersehbare Entwicklungstendenz erkennbar gemacht.

Rechtsgrundlagen lebenszyklusorientierter Ausschreibung und Vergabe

Der Übergang von Planungsleistungen zu Bauleistungen ist nach Prinzipien des Wettbewerbs rechtlich geregelt: Planungs- und Entwurfsentscheidungen für „Bauteile“ münden in „produktneutralen“ Festlegungen. Produktentscheidungen erfolgen durch Bauherren nach Vorlage von Angeboten, in denen ausführende Firmen Produkte vorschlagen. Dieser Marktübergang hat den Rang einer Selbstverständlichkeit. Es ist aber keineswegs selbstverständlich, dass die Verknüpfung von Bauteilentscheidungen durch Planer und die Produktauswahl durch Bieter als Kette von Folgeprozessen auch als „juristische Pfade“ geplant und risikoarm gestaltet werden müssen.

Vom Forschungspartner Prof. Horst Franke und seinen Experten⁸ wurden dafür die für den Lebenszyklusansatz relevanten Rechtsgrundlagen und Verordnungen im deutschen Recht – mit Einbindungen des EU-Rechtes – in einer detaillierten Zusammenstellung erfasst. Auf dieser Grundlage hat sein Team Ausschreibungsprozesse in den Projektbegleitungen unterstützt. Dabei zeigte sich aber auch der bekannte Sachverhalt, dass es im heutigen Marktgeschehen noch wenig Erfahrungen mit lebenszyklusbezo-

⁸ Prof. Horst Franke, HFK Rechtsanwälte.

genen Anforderungen an Leistungen und Produkte gibt – mit daraus erwachsenden Erschwernissen und Abwicklungsrisiken bei Auslobung und Vergabeprozessen.

Die Dokumentation der juristischen Gesichtspunkte und anwendbaren Regeln (Teil 3 des Berichtes) bestätigen aber auch, dass Nachhaltiges Bauen – bis hin zur Einführung konsequent lebenszyklusorientierter Beschaffungswege – in den letzten 5 Jahren zum unübersehbaren politischen Programm geworden ist. Die Neuausrichtung von Ausschreibungs- und Vergabeprozessen in der Lebenszyklusperspektive ist daher nicht zu trennen von der gesamten Neuorientierung des Planens und Bauens⁹.

⁹ Vgl. Hegner (2010) – Entwicklung und Neufassung des BMVBS-Leitfadens zum Nachhaltigen Bauen, insbesondere die Einführung zum Stand des Regelwerkes und der darauf aufbauenden Entwicklungen von Zertifizierungssystemen ([www.Informationportal NachhaltigesBauen.de](http://www.InformationportalNachhaltigesBauen.de)).

Teil 1

Methodische Grundlagen lebenszyklusorientierter Planungs- und Beschaffungsprozesse

1. Orientierung der Planung an Werten des Nachhaltigen Bauens

1.1 Aktuelle Probleme der Planungsmethodik

Obwohl in den zurückliegenden Jahren vielfältige Bausteine zur energetischen und ökologischen Verbesserung des Bauens entwickelt wurden, fehlen in der heutigen Planungs- und Baupraxis immer noch wesentliche Grundlagen und Instrumente für eine durchgängig am Lebenszyklusansatz ausgerichtete Planungsmethodik. Dazu gehört das Missverhältnis zwischen den Anwendungspotenzialen innovativer Produktentwicklungen der Industrie und deren Umsetzung in Bauwerke. Hersteller sprechen von „Eintrittsbarrieren“ für neue Technologien und Produkte. Bauherren, Planer und Betreiber haben hinsichtlich unbekannter Produkte Vorurteile, Risiko-Bedenken oder einfach nur mangelndes Anwendungswissen. Dabei handelt es sich um ein fundamentales Schnittstellenproblem, dessen Mächtigkeit erst erkennbar wird, wenn man die Heterogenität der Bauobjekte betrachtet. Zusammengesetzt aus unterschiedlichsten Baustoffen, unterschiedlichsten technischen Erzeugnissen – jeweils verankert in einem breiten Spektrum von Technologien – haben sie eine Komplexität, die praktisch nur durch rigide Vereinfachungen bewältigt werden kann. In Entwurfsprozessen müssen Planer, Architekten und Ingenieure tagtäglich Auswahlentscheidungen treffen – aber nur selten den Kriterien für nachhaltige bauliche Lösungen gerecht werden.

Um die je vorliegendem Entwurf zu treffende Produktauswahl im Zielsystem der Nachhaltigkeit begründbar zu machen, ist ein methodischer Ansatz erforderlich, der die direkte Korrespondenz von Produktwissen der Industrie mit dem Entwurfswissen der Planer ermöglicht. Das geht aber nicht, wenn ein Bauwerk nur als Ganzes in Betracht gezogen wird – z. B. als Darstellung von Grundrisslösungen oder Gebäudeformen. Erforderlich ist vielmehr eine planerische Eindringtiefe bis auf die Detailebene mit identifizierbaren Baukonstruktionen, technischen Anlagen bis hin zu elementaren Bestandteilen – den Bauteilen. Erst dann kommen – als marktbezogene Umsetzung abgrenzbarer

Entwurfsdetails – Industrieprodukte in den Blick. Wenn am Ende der Planungskette Entwurfsentscheidungen verbindlich in die Produktauswahl einmünden – in Ausschreibungs- und Vergabeprozessen –, dann hat das aber immer Konsequenzen in langen Zeithorizonten, besonders hinsichtlich Lebenszykluskosten und Langzeitqualitäten. Folglich müssen auf einem methodischen Pfad – entlang der Phasen eines Bauprojektes – die Abfolge von Entwurfsentscheidungen und die daran geknüpfte Produktauswahl im Bewertungssystem der Nachhaltigkeit bis auf die Bauteilebene begründet sein.

Bauteilebene – erfolgskritisch für Lebenszykluskosten und Qualitäten

Industrielle Potenziale des Bauens sind im Bauprojekt nur selten schon bei Projektbeginn erkennbar und i. d. R. auch nicht gefragt. Erst nach einer Reihe von Konkretisierungsschritten in zunehmend detaillierten Entwürfen geraten sie in Form räumlicher und funktionaler Festlegungen auf der Bauteilebene in den Fokus der Planung. Wenn Aussagen zu einem Bauteil über die Entwurfsbestimmungen hinausgehen – als Eröffnung von „Realisierungsmöglichkeiten“. Dies geschieht im Phasenwechsel von der „Ausführungsplanung“ (HOAI Phase 5) zur Umsetzung in Leistungsmuster der Bauwirtschaft – als Vorbereitung der Ausschreibung und Vergabe (HOAI Phase 6-7). In der Endstufe der Entwurfstätigkeit werden in der Ausführungsplanung geforderte Bauteileigenschaften zur Schnittstelle für grundverschiedenes Bauwissen – in einem Marktübergang von Planungsleistungen zu Bauleistungen. Die Lösung der beschriebenen Problematik, wie innovative Produkte vorteilhaft zum nachhaltigen Bauen beitragen können, ist also davon abhängig, wie dieser Phasenwechsel methodisch bewältigt wird. Planerische Festlegungen auf der Bauteilebene haben daher eine Schlüsselfunktion bei der Verringerung des Schnittstellenproblems zwischen Industrieland und Planerwelt. Im günstigsten Fall sind sie die Wegbereitung zu hoher Synergie und baulichen Spitzenleistungen. In dieser Perspektive liegen aber gleichermaßen Chancen und Risiken.

Das ist auch die grundlegende Erfahrung der Projektbegleitungen im Forschungsprojekt: Zunächst müssen im Planungsverlauf – nach offener aber auch kritischer Durchmusterung industrieller Produkt-Potenziale – baulich-technische Lösungen in Form detaillierter *Bauteil-Konfigurationen* gefunden werden. Dann lassen sich dazu marktbezogen korrespondierende *Produkt-Konfigurationen* aufweisen. Methodisch gesehen sind solche Konfigurationen gleichsam Erfindungen des Entwurfsverfassers – abhängig von dessen Einfallsreichtum und vom zugrundeliegenden Wissen über Industriepotenziale. Das heißt zugleich, dass Produkt-Entscheidungen prinzipiell abhängig sind

vom Kontext individueller Entwürfe und bezüglich der Produktangebote des Marktes zahlreiche Alternativen haben. Hier gilt es nun, Verknüpfungen zwischen Entwurfsbestimmungen in Form von konkreten Bauteilen und deren Umsetzbarkeit durch Produktanwendungen zu finden, die in der Bewertung der Nachhaltigkeit optimal sind.

Wenn es also gelingt, je entwurfsorientiertes Bauteilwissen der Planer mit dem je relevanten Produktwissen der Hersteller in einen engen Austauschprozess zu bringen, können bauliche Lösungen gefunden werden, die im Marktpotenzial vorhanden sind – durch angebotene Produkte und Systeme – und die sowohl qualitativ und wirtschaftlich anspruchsvollen Zielen der Bauherren, Planer und Betreiber gerecht werden¹⁰. Der Gegensatz zwischen „qualitativ“ und „wirtschaftlich“ ist hierbei – wie einleitend hervorgehoben – erfolgskritisch.

Für die Projektbegleitungen im Forschungsprojekt wurde vor diesem Hintergrund folgende Frage zum Leitmotiv der methodischen Unterstützung:

Welche Produkte ermöglichen nachhaltige Bauteile und wie können Mehrkosten durch Einsparungen bei Folgekosten ausgeglichen oder sogar zu einem wirtschaftlichen Vorteil werden ?

In der Forschungsbegleitung der genannten Bauprojekte entstand in der Verfolgung dieser Frage ein umfassender methodischer Ansatz, der gleichermaßen die Optimierung von Investitionskosten und Folgekosten beinhaltet und darüber hinaus die Bauqualität einbezieht. Im Zentrum der Untersuchung standen die Aufgaben:

- Herausfinden baulicher Lösungen, die zugleich günstige investive Kosten und unterdurchschnittliche Folgekosten haben – also optimale Lebenszykluskosten.
- Festlegen optimaler Bauteilqualitäten, besonders im Hinblick auf Dauerhaftigkeit und Zuverlässigkeit – als nachhaltige Bauqualitäten.

Verbundene Kostensteuerung von Investitionskosten und Folgekosten

In dieser Sicht werden nun „Kosten“ – im erweiterten Verständnis als Verknüpfung von Investition und Folgekosten – zu einem generellen Prüfstein für Investitionsentscheidungen und zu einem methodischen Schlüssel, um das beschriebene Schnittstellenproblem zu verringern oder im günstigsten Fall sogar umzukehren.

¹⁰ ZukunftBAU Balck (2013).

1.2 Gebot der Nachhaltigkeit – Wandel im politischen und gesellschaftlichen Wertsystem

2007 hat die Bundesregierung in Deutschland mit einem beachtenswerten Beschluss ein grundlegend verändertes Management von Prozessen der öffentlichen Beschaffung eingeleitet. Die Beschaffungsverantwortlichen aller Bundesministerien vereinbarten neue Verfahrenswege für den Einkauf von Produkten und Leistungen nach Lebenszykluskosten und Kriterien der Nachhaltigkeit¹¹. Der seit vielen Jahrzehnten eingespielte einseitige Preiswettbewerb hat sich damit – zumindest im politischen Wertesystem – in Richtung Qualitätswettbewerb verändert.

Die mit dem Erlass eingeforderte Wirtschaftlichkeit ist in Langzeithorizonten definiert. Sie ermöglicht die Beschaffung höherwertiger Produkte und Leistungen mit ggf. erhöhten Anschaffungskosten, wenn sie sich in einem vertretbaren Zeitrahmen amortisieren. Diese Einkaufsrichtlinie des Bundes orientiert sich nicht nur am traditionellen Gebot sparsamer Haushaltsführung, sondern wurde zugleich als Maßnahme zur Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit deutscher Wirtschaftszweige und Unternehmen begründet.

Diese Initiative hat inzwischen Nachfolger in anderen Bereichen der öffentlichen Hand. So haben einige Länder und Kommunen in ähnlicher Weise politische Leitforderungen verordnet¹². Eine aktuelle Bestandsaufnahme (2013) hat der Forschungspartner Prof. Horst Franke zusammen mit Johanna Walliczek vorgenommen (siehe Kap. 9.2.2.3). Auch wenn die zusammengestellten Fakten noch nicht den Schluss zulassen, dass sich der Wandel zu lebenszyklusorientierten Vergabeverfahren beschleunigt, so ist doch eine Trendwende unverkennbar.

¹¹ BMVBS (2008) – Verstärkte Innovationsorientierung öffentlicher Beschaffung. Erlass B 15 – O 1082 – 000/2, Berlin 10.01.2008

¹² Der Berliner Umweltsenat hat in einer „Verwaltungsvorschrift Beschaffung und Umwelt“ (VwVBU) detaillierte Vorschriften für den Einkauf im August 2011 veröffentlicht. Im Mittelpunkt stehen Anforderungen an klimafreundliche Geräte, Kraftfahrzeuge und Gebäude. Das wichtigste Kriterium ist die Reduktion bei Betriebskosten und CO₂-Ausstoß. („Kriterium Lebenszyklus, Ökologisches Beschaffungskonzept“, in: Behörden Spiegel, August 2011, Seite 27).

Nachhaltigkeitsforderungen verändern die Definition des „geschuldeten Werkerfolges“

Allein für den Bereich bauwirtschaftlicher Güter und Leistungen ist zu erwarten, dass die Entwicklung und Anwendung solcher Verfahren mittel- und langfristig mit einer fundamentalen Umwandlung der Wertschöpfungsketten rund um den Bau einhergeht. Denn die beteiligten Akteure sind aufgefordert, ihren Erfolg anders zu definieren als in klassischen Kauf- oder Werkverträgen. Im Lebenszyklusansatz ist nicht vorrangig ein funktionsfähiges Objekt ohne Baumängel gefordert – wie das im klassischen baurechtlichen Verständnis eines zu liefernden Werkes festgeschrieben ist –, sondern gefordert ist „Nachhaltigkeit“ als nachweisbarer Nutzen in langen Zeithorizonten.

Die oft hervorgehobene energetische Vorteilhaftigkeit ist dabei aber nur einer von mehreren Aspekten der Nachhaltigkeit. Dazu gehören neben der Energieeffizienz gleichermaßen die Instandhaltung, die Beachtung ökologischer Eigenschaften und eine auf Dauer angelegte Gebrauchstüchtigkeit der entstandenen Bauwerke. Das sind im Einzelnen seit langem bekannte Forderungen. Neu ist, dass sie als Gesamtheit verlangt werden – von der Politik und von Bauherren, Nutzern und Betreibern mit Langzeit-Verantwortung.

Darauf ist aber die heutige Baupraxis nicht vorbereitet. Nachhaltiges Bauen ist eine Aufgabe, zu deren Erfüllung noch wesentliche Voraussetzungen fehlen. Sie hat eine Doppelnatur – mit unmittelbar gegenwärtigen, zweifellos anspruchsvollen Bauaufgaben und einer in die Zukunft gerichteten Entwicklungsaufgabe zur Ertüchtigung von Kompetenzen und technologisch-wirtschaftlichen Potenzialen. Dazu gehört nichts weniger als ein Wandel im beruflichen Verständnis von Architekten und Ingenieuren. Als Urheber dessen, was gebaut wird, gehen sie von nun an – mehr und mehr zukünftig – der Frage nach, wie Konstruktionen, technische Anlagen und Einrichtungen beschaffen sein müssen, wenn man deren Gebrauch nicht nur nach den Kriterien mängelfreier Funktionsfähigkeit beurteilt, sondern auch nach dem in Nutzungs- und Betriebsprozessen gewonnenen Wissen und auf der Basis prüfbarer Betriebsdaten.

Baukultur erhält Impulse durch Nachhaltigkeit

Nun könnte – bei dem notwendig sich erhöhenden Maß an rationaler Durchdringung der Bauaufgaben – der Verdacht aufkommen, dass darunter die architektonische Freiheit leidet und Beiträge zu anspruchsvoller Baukultur gefährdet seien. Dem widersprechen zahlreiche zertifizierte Bauwerke mit einem herausragenden Gestaltungsniveau

„Lebenszyklusorientierte Planungsprozesse, Ausschreibungen und Vergaben – Pilotierung in der Projektbegleitung öffentlicher Bauvorhaben“ - Forschungsinitiative ZukunftBAU – Stand 05-2015

und Beispiele preisgekrönter Architektur mit Spitzenwerten bei Energieeffizienz und ökologischen Eigenschaften. Der Kern des entstehenden Leitbildes „Nachhaltiges Bauen“ selbst verweist auf eine Neubesinnung in der gestalterischen Arbeit: durch die Suche nach Materialien und Formen mit „Dauer“.

Dazu gehören gleichermaßen langlebige Bauteile, wie auch Konstruktionen und technische Anlagen mit Eigenschaften der Flexibilität, die bei sich verändernden Nutzungsbedingungen Anpassungen ohne Zerstörung gebauter Substanz ermöglichen – die also auf eine dynamische Weise „dauerhaft“ sind. In dieser zeitlichen Dimension müssen zudem Konstruktionen gesehen werden, die durch Vermeidung irreversibler Verbindungen – nach dem Rückbau in der End of Life-Phase der Bauteile – verlängerte Verwendungen in Kreislaufprozessen eröffnen.

All das eröffnet Chancen für eine Neubesinnung auf bauliche Qualitäten – auch für Architektur als ein naturgemäß auf Dauer angelagertes Kulturgut.

1.3 Zertifizierungen verändern Planungs- und Bauabläufe

Die Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen DGNB hat mit der Einführung eines deutschen Zertifizierungssystems im Jahr 2008 – also zeitgleich wie der angesprochene Erlass der Bundesregierung zur Neuausrichtung der Beschaffung – das Baugeschehen verändert¹³.

Die systematische Bewertung von Neubauten nach dem DGNB hat sich in der Bau- und Immobilienwirtschaft inzwischen etabliert. Die seit 2009 auf den gleichen methodischen Grundlagen aufbauende Anwendung für Bundesbauten nach dem Bewertungssystem „Bewertung Nachhaltiges Bauen BNB“ befindet sich aktuell in einer „Ausrollphase“ für alle Bundesbauten der Bundesländer¹⁴. Es ist zu erwarten, dass weitere Bundesländer folgen und schließlich auch Kommunen das BNB-System nutzen werden. Da Methoden und Werkzeuge des BNB-Systems auf Bundesebene im BBSR ge-

¹³ Das DGNB-Bewertungssystem wurde 2007 als deutsches Chapter der internationalen Zertifizierungsorganisation World Green Building Council gegründet. Das DGNB-System ist Teil eines Netzwerkes von derzeit 14 Mitgliedsländern. Das Konzept von „Green Building“ wurde bereits in den 1980er Jahren in den USA vom Amerikanischen Institut für Architektur (AIA) entwickelt – vgl. Makkie (2011) und Schelle (2007), S. 19.

¹⁴ Auch die Bundesländer Hessen und Mecklenburg Vorpommern haben für ihre öffentlichen Bauaufgaben den BNB-Standard für Landesbauten übernommen.

pflegt und weiterentwickelt werden, besteht für die zu erwartende sich weiter vergrößernde Anwendungsbreite eine tragfähige Grundlage¹⁵.

Das BNB-System als eine Art „Open Source“

Das BNB-System ist anders als gebäudebezogene privatwirtschaftlich organisierte Zertifizierungssysteme im Internet für jeden Interessierten uneingeschränkt zugänglich und kostenfrei anwendbar¹⁶. Es ist außerdem eingebunden in die übergreifende Informationsplattform „Nachhaltiges Bauen“ des BMVBS / BBSR. Das hier aufbereitete und verfügbare Methodenwissen wird ergänzt durch die öffentlichen Datenbanken Ökobau.dat und WECOBIS. Dieses Informationspotenzial erwies sich für das Forschungsvorhaben als methodisch tragfähige Basis, um Orientierungshilfen zur Aufbereitung und Nutzung von Produktinformationen sowie Handlungsempfehlungen für Hersteller zu entwickeln¹⁷.

Das BNB ist sozusagen ein „Open Source“-Modell. Es kann davon ausgegangen werden, dass mit wachsender Kenntnis der Anwendungsmöglichkeiten des BNB-Systems Erfahrungsträger ihr Wissen austauschen und sozusagen in „User Groups“ Erfahrungnetzwerke bilden. Der öffentliche Bauherr übernimmt mit der Anwendung des BNB für eigene Gebäude und die offene Kommunikation der damit verbundenen Wissensbausteine und Erfahrungen eine Leitfunktion und Vorbildrolle.

¹⁵ Ansatz, Grundlagen und Hilfsmittel des BNB-Systems sind frei zugänglich. Für die Neutralität des BNB-Systems spricht auch, dass es durch Anwender des DGNB-Systems genutzt wird.

¹⁶ Das ist kein Nachteil, sondern ein Synergievorteil zur Beschleunigung der Ausbreitungsgeschwindigkeit von Zertifizierungen. Öffentliches Bauen im BNB-Modell kann somit als Wegbereiter der Methodik Nachhaltigen Bauens gesehen werden.

¹⁷ Das BNB-System und das DGNB-System haben hier einen vergleichbar ähnlichen Stellenwert. Es wird aber im Folgenden das BNB-System bevorzugt angesprochen, denn es hat für die Breitenwirkung und Etablierung eines grundlegend sich verändernden Planungs- und Bauparadigmas eine Reihe von Vorteilen. Es ist weiter anzunehmen, dass die erfolgreiche Anwendung des BNB-Systems Marktbarrieren verringert – auch mit Synergien für andere Anbieter von Zertifizierungssystemen.

Zertifizierungen verändern Beschaffungsprozesse im Projektablauf

Wesentlich an Zertifizierungen sind die Veränderungen der Entscheidungsprozesse. Wenn Bauherren überprüfbar nachhaltige Gebäude haben wollen, müssen sie den beteiligten Planern und Einkaufsverantwortlichen Vorgaben machen, die der Bewertungssystematik eines der international verfügbaren Zertifizierungssysteme entspricht.

In projektbegleitenden Auditierungen werden die an definierten Prüfpunkten erreichte Effizienz und Gebrauchstauglichkeit der entstandenen Bauwerke analysiert und bewertet. Das hat weitreichende Auswirkungen auf die in Ausführungsprozessen eingebundenen Marktbeteiligten.

So werden auch 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.

2 Bauprojekte – Lebenszyklusobjekte – Prozesse – Produkte

2.1 Das Bauprojekt im Lebenszyklusansatz

2.1.1 Das Bauprojekt als Mittelglied in Wertschöpfungsketten

In Anlehnung an die Arbeiten des Harvard-Ökonomen Michael Porter lässt sich die Aufeinanderfolge von Produktionsstufen des Bauens makro-ökonomisch wie auch betriebswirtschaftlich in Wertschöpfungsketten darstellen¹⁸. Zum Verständnis von Projekt-abläufen ist die Darstellung einer 3-stufigen Wertschöpfungskette als Aufeinanderfolge technologischer und dazu paralleler wirtschaftlicher Prozesse aufschlussreich¹⁹. Darin bilden Bauprojekte – als 2. Wertschöpfungsstufe – das Mittelglied (Abb. 2-1).

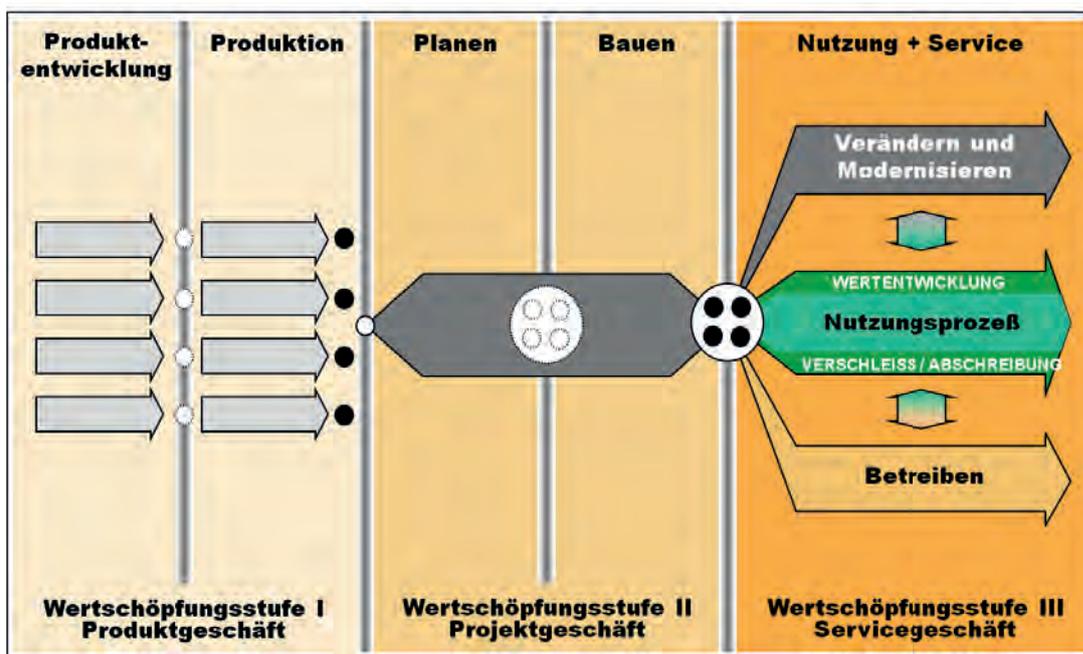


Abb. 2-1 Die bauwirtschaftlich-technologische Wertschöpfungskette des Bauens
[Quelle: H. Balck]

¹⁸ Porter (1999).

¹⁹ In 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 zusammenhängen - vgl. Balck /ZukunftBAU (2012) Kapitel 4.2.

Wie in Produktionsprozessen werden auch im Bauprojekt durch Zulieferer Produkte als Eingangsgrößen bereitgestellt. Die Wertschöpfung innerhalb eines Bauprojektes entsteht durch die Leistung von Planern, Beratern und ausführenden Firmen. In dieser Wertschöpfung sind Architekten und Ingenieure in der langen Tradition des Bauens immer schon in einer integrativen Rolle, denn sie beeinflussen im Auftrag der Bauherren sowohl die Auswahl der Zulieferer von Produkten als auch die Vergabeentscheidungen für den Einsatz Ausführender Firmen. Dies geschieht in Beschaffungsprozessen – besonders durch Anwendung formalisierter Ausschreibungs- und Vergabeverfahren.

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.

Die Produktauswahl ist also erfolgskritisch für den Gesamterfolg eines Bauwerks. Das macht auch die Bedeutung der 1. Wertschöpfungsstufe erkennbar. Denn es ist letztlich der Stellenwert ausgewählter Produkte für Baukonstruktionen und gebäudetechnischer Anlagen, die Produktvorteile und besonders innovative Eigenschaften verwendeter Technologien und Bauteile als Erfolgsbringer für Effizienz und Nachhaltigkeit ausweisen. Werden solche Ketten aus der Sicht eines bestehenden Bauwerkes durchmustert, so lässt sich das gesamte Bauwerk, wie es auch in der DIN 276 aufgegliedert ist, als Agglomerat von Produkten verstehen.

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 in diesem umfassenden Prozesszusammenhang nur selten so verstanden. Gesamtheitlich gesehen ist 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.

Ein Bauwerk ist aus dieser Sicht also ein technisches System mit vielen vorangegangenen und nachfolgenden technologischen Ketten. Es macht daher Sinn, den Gesamtprozess – von der Produktentwicklung bis zur Entsorgung eingebauter und verwendeter Produkte – für die Berechnung von Lebenszykluskosten zugrunde zu legen. Parallel

dazu gilt es die im Gesamtprozess ermöglichten bzw. realisierten Qualitäten der Bauwerke und ihrer Bestandteile zu betrachten.

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 dreiteiliges 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. Betrachtet man z. B. ein Bürogebäude, bestehend aus Baukonstruktionen, technischen Anlagen, Ausrüstungen und Einrichtungen, dann verlangt das Interesse an Lebenszyklen 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.

2.1.2 Zielsystem für Bauprojekte in Lebenszyklusperspektiven

Wird ein Bauwerk schon in den Planungsphasen in Zeithorizonten mit mehreren Jahrzehnten betrachtet – also in der Lebenszyklusperspektive –, dann ist unschwer erkennbar, dass dafür die auf wenige Jahre angelegte Methodik des Projektmanagement nicht ausreicht. Besonders ist das bekannte magische Zieldreieck aus „Kosten – Qualität – Termin“ unzureichend. Abb. 2-2 zeigt dessen Anpassung, in der sich das ursprüngliche Zielsystem in sachlich-zeitlicher Erweiterung – mit veränderten Inhalten – wiederholt.

2. Bauprojekte – Lebenszyklusobjekte – Prozesse – Produkte

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

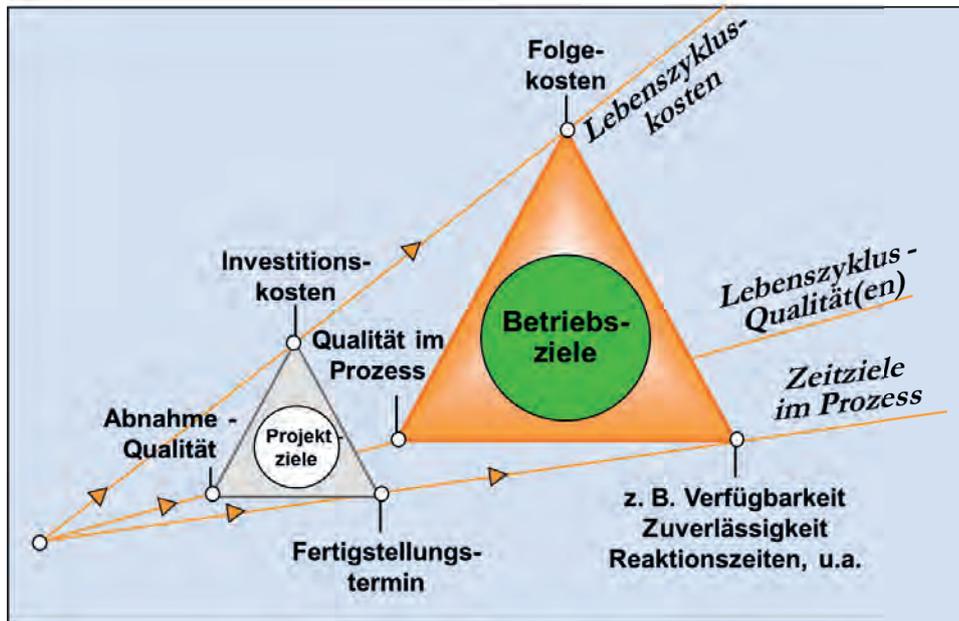


Abb. 2-2 Erweiterung des Projektzielsystems zu einem lebenszyklusorientierten Zielsystem
[Quelle: H. Balck]

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. Entsprechend werden konstruktions- und anlagenbezogene Zeitziele zugeordnet. Daraus resultiert das für lebenszyklusorientierte Beschaffungsprozesse im Bauwesen fundamentale methodische Konzept der Ausrichtung auf besonders folgekostenwirksame Investitionsanteile – insbesondere auf die in Kap.4 definierten „Strategische Bauteile“.

Dieser Ansatz beinhaltet einen grundlegenden Wandel im Projekthandeln. Gleichsam im Gegenstromprinzip – durch Ermittlung investiv bedingter Erstkosten und daran an- „Lebenszyklusorientierte Planungsprozesse, Ausschreibungen und Vergaben – Pilotierung in der Projektbe-
gleitung öffentlicher Bauvorhaben“ - Forschungsinitiative ZukunftBAU – Stand 05-2015

knüpfende Analysen der zu erwartenden Folgekosten²⁰ – wird erfolgskritisches Wissen gewonnen und dann zur Grundlage von Entscheidungen. Die traditionelle Begrenzung von Projektsteuerungsleistungen auf Investitionskosten und geschuldete Abnahmequalitäten reicht nicht mehr aus. Notwendig ist jetzt ein am Lebenszyklusansatz ausgerichtetes LifeCycle-Projektmanagement²¹.

2.2 Lebenszyklusobjekte

2.2.1 Einführung mehrerer Objektperspektiven für Bauwerke

Als Bauwerk wird branchenüblich das Ergebnis von Planungs- und Bauabläufen bezeichnet. D. h. der Objektbegriff „Bauwerk“ ist durch den bauwirtschaftlich-technologischen Entstehungsprozess festgelegt. Betrachtet man nun ein Bauwerk nicht nur als Ergebnis von Planungs- und Bauabläufen, sondern zusätzlich in Anwendungszusammenhängen, dann ist es ein Bestandsobjekt. Damit verbunden sind Lebenszyklusperspektiven – mit Akteuren, aus deren Sicht ein Bauwerk in je anderem Licht erscheint. Es sind die mit dem Eintritt in die 3. Wertschöpfungsstufe zeitlich parallel auftretenden Eigentümer, Nutzer bzw. Mieter und die Betreiber, ergänzt durch externe Dienstleister.

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 drei Gruppen von Akteuren: die Eigentümer, die Nutzer (Mieter) und die Betreiber / Dienstleister²².

²⁰ Dieses Gegenstromprinzip wirkt sich dabei bis auf die Bedarfsplanung aus. Nur eine Bedarfsplanung, die neben den aktuell erforderlichen quantitativen und qualitativen Mindestanforderungen auch die betrieblichen Anforderungen in Langzeitperspektiven definiert, bildet eine ausreichende Zieldefinition für die Optimierung der Bedarfsdeckung in Langzeitperspektiven.

²¹ 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.

²² Diese Unterscheidung ist von Bernhard Wenning Anfang der 1990er Jahre eingeführt worden. Als langjähriger Leiter des Corporate Real Estate Management und Facility Management der Henkel AG in Düsseldorf entwickelte er ein integrales Modell der Bereitstellung von Immobilien und Services innerhalb der Unternehmens-Infrastruktur.

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

Werden Bauwerke als Nutzungsobjekte verstanden, 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 Komponenten, an denen Inspektions-, Wartungs- und Instandsetzungsleistungen erbracht werden.

2.2.2 Lebenszyklusobjekte – Prozessorientierte Ganzheiten von der Planung bis zum Objektende

In der Terminologie des Bauens ist der Objektbegriff erstmalig im Sprachgebrauch des Projektmanagements genauer gefasst worden. Er wird dort als „Projektgegenstand“ bezeichnet und ermöglicht eine im gesamten Projektverlauf durchgängige Zielorientierung. Im Projektgeschehen richtet sich die Zielfindung auf das, was am Ende eines Vorhabens hervorgebracht werden soll – z. B. ein Wohngebäude oder eine Produkti-

onsstätte. Der Projektgegenstand ist bildlich gesprochen ein zeitlich fortschreitender Fokus der Aufmerksamkeit für die beteiligten Akteure in arbeitsteiligen Prozessen.

Im Lebenszyklusansatz wird der Projektablauf (Investitionsphase) um weitere Phasen erweitert. Zusammen mit der nachfolgenden Nutzungs- und Betriebsphase und der abschließenden „Verwertungsphase“ (Rückbau, Entsorgung, Recycling) wird diese dreiteilige Kette zum Inhalt einer erweiterten Planung und über die gesamte Strecke sachlogischer Zusammenhänge zum Gegenstandsbereich eines erweiterten Managements in einer erweiterten Bauverantwortung.

Der Projektablauf umfasst die Entstehungsprozesse dieser Systeme. Werden nun im Lebenszyklusansatz zusätzlich die nachfolgenden Betriebs- und Nutzungsprozesse und die abschließenden Verwertungsprozesse einbezogen, erweitern sich die ursprünglichen Systembetrachtungen. Der „Projektgegenstand Bauwerk“ – verstanden als funktionsfähiges System – wird zum „Lebenszyklusobjekt Bauwerk“ – verstanden als objektbezogene Gesamtheit in der Aufeinanderfolge von Zuständen und Prozessen entlang der Lebenszyklusphasen des betrachteten Objektes – von der Entwurfsidee bis zum endgültigen Nutzungs- bzw. Betriebsende und Rückbau.

Im klassischen systemtechnischen Projektverständnis wird das Bauwerk als Gesamtsystem und die Bestandteile des Bauwerkes werden als Teilsysteme bzw. Systemelemente betrachtet. Es erscheint folgerichtig, die „Teile“ des Ganzen“ in gleicher Weise als „Lebenszyklusobjekte“ zu verstehen, denn für sie gilt das beschriebene Prozessmodell in gleicher Weise – im Modell der Wertschöpfungskette, wie in der Betrachtung der nutzenden und betreibenden Akteure.

So kann die funktionsfähige Einheit „Fassade“ oder die funktionsfähige Einheit „Aufzug“ als ein Lebenszyklusobjekt angesehen werden, wenn man die Prozesse der Nutzung, des Bedienens und Betriebens, der Erneuerungen und des Rückbaus einbezieht. Hierbei ist zu beachten, dass nicht die Gesamtheit aller Aktivitäten dieser Prozesse

zum Lebenszyklusobjekt gehört, sondern jeweils nur der „Objektaspekt“ in Relation zu den beteiligten Akteuren für die Bestimmung ausschlaggebend ist²³.

Lebenszyklusobjekte gibt es auf allen Gliederungsebenen des Gesamtsystems Bauwerk – für die Ebenen der baukonstruktiven Subsysteme wie Außenwände, Decken, oder Systeme des Innenausbau und für die tieferliegenden Bauteilebenen wie Dämmschichten, Bodenbeläge, Türen. Entsprechend gibt es Lebenszyklusobjekte der Gebäudetechnik auf allen Systemebenen wie z. B. Subsysteme der Gebäudeautomation oder Beleuchtung und den zugehörigen Komponenten wie Aktoren, Sensoren, Leuchten.

Die Identifizierung der Lebenszyklusobjekte folgt einer einfachen Prüffrage:

Welche durch Bauleistungen geschaffene Identität hat einen 3-teiligen Lebenszyklus „Investition – Nutzung / Betrieb – Verwertung“ ?

Danach sind Fassaden ebenso wie Fassadenanstriche Bauteil-Identitäten, also Lebenszyklusobjekte. Sie sind Objekte des Gebrauchs und Betreibens, haben Nutzungsdauern und i. d. R. Erneuerungszyklen. Dagegen sind die Baustelleneinrichtung oder die Baureinigung keine Lebenszyklusobjekte, denn es handelt sich um einmalige Bauleistungen in der Investitionsphase, die sich in den nachfolgenden Lebenszyklusphasen nicht wiederholen.

Generell können Bauleistungen nur dann einzelnen Bauteilen zugeordnet werden, wenn sie mit jedem Erneuerungszyklus wieder anfallen. Dazu gehören auch Leistungen der Fassadeneinrüstung für Erneuerungen der Bauteilschicht „Außenanstrich“. Gleichwohl kommt ausschließlich der Bestimmung „Außenanstrich“ eine Identität zu, nicht aber den zur Entstehung erforderlichen Bauleistungen. Gleiches gilt für alle Leistungen der nachfolgenden Betriebsphase wie Reinigungsleistungen oder Reparaturen

²³ Andernfalls würde der Objektbegriff überfrachtet und hätte zudem seine Leitbestimmung für das Projekthandeln verloren. Dagegen ist die „Gesamtheit von Aktivitäten“ konstitutiv für die in den 1960er Jahren im Operations Research eingeführte Projektdefinition im Sinne der Netzplantechnik (vgl. DIN 69901 Projektmanagement). Demgegenüber ist der „Projektgegenstand“ lediglich eine ideelle Ausrichtung durch die Akteure in diesen Aktivitäten. Mit der Bestimmung „Lebenszyklusobjekt“ werden Prozesse und Aktivitäten in den Nutzungs- und Betriebsphasen im Hinblick auf das je „genutzte“ oder „betriebene“ Objekt in dieser Zuordnung verstanden – also in einer Vielfalt von objektbezogenen Sichtweisen.

und schließlich für Erneuerungsleistungen. Diese Beispiele verdeutlichen auch ein wesentliches Merkmal aller Lebenszyklusobjekte:

Lebenszyklusobjekte sind stabile „Gebilde“ – bestimmbar entlang der Lebenszyklusphasen vom Ursprung im Entwerfen bis zum Rückbau.

2.2.3 Hierarchie der Lebenszyklusobjekte

Bauwerke als gegliederte Systeme zu betrachten ist im Bauwesen ähnlich wie im gesamten Anlagen- und Maschinenbau seit langem üblich²⁴. Jedes technische Gebilde wird danach auf verschiedenen Systemebenen, d. h. Hierarchieebenen, betrachtet. Die vom Ganzen zum Teil vorschreitende Unterscheidung der Bestandteile auf den verschiedenen Systemebenen wird in der Form von Baumstrukturen abgebildet. Ohne Einbußen lässt sich diese Darstellungsweise auf historisch konkrete Lebenszyklusobjekte übertragen. Das geschieht einfach dadurch, dass jedem Bestandteil auf jeder Ebene eine Zeitdimension zugeordnet wird. Die Teile werden damit zu Zeitobjekten, die mit dem Eintritt in das „Anwendungsleben“ jeweils eigene Biographien haben.

Gegenüber der häufigen nur im Projektablauf verwendeten systemtypischen Gliederung von Bauwerken und Anlagen besteht nun der Unterschied bei der datentechnischen Erfassung von „Teile-Biographien“ darin, dass das zugehörige historische Wissen datentechnisch erfasst und ausgewertet werden muss. Das ist allerdings hinsichtlich der Datenmenge eine Art Quantensprung. Die dazu notwendige exponentiell erhöhte Datenmenge, aber auch das damit verbundene Wissen in den Köpfen der Nutzer und Betreiber, muss allerdings erst in seinem Wert erkannt werden, bevor ein Darstellungsaufwand überhaupt vertretbar ist. Ein solcher „Informationswert“ ist nun eng verbunden mit der gegenwärtigen Frage nach der Nachhaltigkeit der zu planenden und zu realisierenden Bauwerke – und damit einer zugehörigen Ausweitung der Objektbetrachtung auf Jahrzehnte.

Die Zeitperspektive von Lebenszyklusobjekten wird deutlich, wenn man die Objekte des Bauens entlang von Prozessketten verfolgt. Betrachten wir als Beispiel einen Installationsboden. Dieses Bauteil hat seine Geburtsphase im Planen und Ausführen. Mit der Inbetriebnahme beginnt eine Lebensphase, die als Aufeinanderfolge von Nut-

²⁴ Vgl. Rolf Bernhardt „Systematisierung des Konstruktionsprozesses“ – besonders Kap. 5.3 Konstruktionsmethodik und Systemtechnik - s. VDI Verlag 1981 - Bernhardt (1981).

zungsabschnitten darstellbar ist, weil immer wieder Installationen nachgerüstet oder umgerüstet werden. Wenn aus praktischen Gründen oder altersbedingt der Installationsboden nicht mehr benötigt wird, folgen End of Life-Prozesse. Bei hochwertigen, rückbaufähigen Konstruktionen schließen sich daran Recyclingprozesse an, die zu einem Bestandteil moderner Kreislaufwirtschaft gehören.

Das wesentliche Merkmal der Zeitperspektive von Lebenszyklusobjekten ist die zeitlich-historische Kontinuität, die das betrachtete Objekt innerhalb solcher Prozessketten aufweist.

2.2.4 Gliederung der Lebenszyklusobjekte in 3 Systemebenen

Als Kürzel werden „Lebenszyklusobjekte“ als LZO bezeichnet. Unterschieden werden als Vereinfachung 3 Hierarchiestufen bzw. Systemebenen. Sie sind die eigentlichen Bezugsgrößen für die Kostenpaare aus Investitionskosten (INV) und Folgekosten (FK) und damit Grundlage für Kosten-Dipole:

LZO1 = das Gesamtbauwerk als Lebenszyklusobjekt mit zugehörigen aufsummierten Investitionskosten und Folgekosten (Kosten-Dipol der Gesamtkosten auf der 1. Stelle der DIN 276 für die Kostengruppen 300 bis 500²⁵).

LZO1 – Dipol: z. B.: INV+FK eines Schulgebäudes, eines Bürogebäudes oder beliebiger anderer konkreter Bauobjekte.

LZO2 = Bauwerk-Subsysteme als Lebenszyklusobjekte mit jeweils spezifischen „systembezogenen“ Kosten-Dipolen auf der 2. bis 4. Stelle der DIN 276 für die Kostengruppen 300 bis 500).

LZO2 – Dipol: z. B.: INV+FK von baukonstruktiven Einheiten (z. B. Fassaden, Systeme des Innenausbaus) und von technischen Anlagen (z. B. Heizungsanlagen, Lüftungsanlagen) und technischen Systemen (z. B. Gebäudeautomation, Raumautomation).

²⁵ Betrachtet werden fast ausschließlich die Kostengruppen 300 bis 500. Die KG 100 für das Grundstück hat zwar eine Kostendimension und v.a. eine historische Bedeutung, lässt sich aber praktisch nicht mit technologischen Gesichtspunkten in Verbindung bringen. Die Objekte der KG 200 wie auch in anderer Sicht die Einrichtungen der KG 600 enthalten zweifellos auch bemerkenswerte Lebenszyklusobjekte. Sie gehören praktisch zur äußeren bzw. inneren Bauwerk-Umwelt. Eine nähere Untersuchung im Lebenszyklusansatz wurde in unserem Forschungsteam nicht vorgenommen – könnte aber für weitere Forschungsarbeiten von Interesse sein. Die KG 700 betrifft Gebühren und Honorare. Da solche Kosten proportional zu den Investitionskosten ermittelt werden, können sie als eigenständiger Kostentreiber vernachlässigt werden.

LZO3 = Bauteile als Lebenszyklusobjekte (Bestandteile von LZO2) mit jeweils spezifischen „bauteilbezogenen“ Kosten-Dipolen“ auf der 4. bis 6. Stelle der DIN 276 für die Kostengruppen 300 bis 500).

LZO3 – Dipol: z. B.: INV+FK von Bauteilen der Baukonstruktionen, wie Fenster, Außenwandbekleidungen und INV+FK von Bauteilen technischer Anlagen oder Systeme wie Leuchten, Pumpen, elektronischen Komponenten.

So ist z. B. ein konkreter Aufzug oder eine Fahrtreppe im Gelände eines Flughafens als Lebenszyklusobjekt deswegen von Interesse, weil historische Fakten, die hinsichtlich von Lebenszykluskosten interessant sind, die Darstellung erfolgskritischer Unterschiede ermöglicht (z. B. im vom Forschungspartner Fraport verwendeten SAP-System):

- Aufzüge und Fahrtreppen werden, wie auch alle anderen technischen Einrichtungen und Anlagen, mit identifizierenden Nummern erfasst (Technische und Identitätsnummern). Jede identifizierende Nummer steht für ein Lebenszyklusobjekt.
- Aufzüge und Fahrtreppen sind oft baugleich. Dadurch aber, dass sie unterschiedliche Nutzungsintensitäten an unterschiedlichen Nutzungsorten haben, unterscheiden sie sich. Das spiegelt sich in den technischen Betriebsdaten, die in Form von Störungen, Reparaturen u. dgl. erfasst werden und durch die Identitätsnummern auswertbar sind²⁶.

Bauliche Gebilde auch auf den unteren Systemebenen als Lebenszyklusobjekte zu betrachten ist eine praktische Herangehensweise, die es ermöglicht für beliebige Phasen eines Bauwerk-Bestandteiles Aussagen über Effektivität und Effizienz zu machen – und damit die Nachhaltigkeit der betrachteten Objekte phasengerecht zu bewerten.

²⁶ In der Nummerungstechnik des Maschinenbaus werden seit langem Klassifikation und Identifikation unterschieden. Dadurch wird es möglich, Nutzungsdaten und v.a. betriebliche Daten im historischen Verlauf in unterschiedlicher Weise zu erfassen und auswertbar zu machen. Klassifizierende Nummernteile dienen dazu, jeweils die bauliche Beschaffenheit und die Stellung des technischen Objektes innerhalb der Systemhierarchie darzustellen. Die identifizierenden Nummerungsteile dienen der Auswertung von Nutzungsintensitäten, Ausfallanalysen, Störungsanalysen u. dgl., vgl. Bernhardt (1982).

2.3 Prozessbegriffe der Lebenszyklusobjekte – Vorbildliche Terminologie der Gebäudetechnik

Orientiert am Maschinen- und Anlagenbau hat sich in der Gebäudetechnik eine in Jahrzehnten gewachsene umfangreiche Systematik von Prozessbegriffen für das Betreiben und Instandhalten entwickelt und bewährt, die für den Lebenszyklusansatz in allen Branchen des Baugeschehens Vorbildcharakter hat und zur Entwicklung einer einheitlichen Terminologie des Bauens eine Grundlage darstellt²⁷.

Die folgende Systematik der lebenszyklusbezogenen Prozessbegriffe spiegelt den Entwicklungsstand der deutschen Regelwerke in der Gebäudetechnik – mit Übertragungsmöglichkeiten auf Baukonstruktionen.

2.3.1 Prozesse des Betriebens – Entwicklung der Terminologie

Die im Maschinen- und Anlagenbau eingeführten deutschen Regelwerke des Betriebens und Instandhaltens haben eine traditionelle Basis in der 1977 eingeführten DIN 32541 Betreiben von Maschinen und vergleichbaren technischen Arbeitsmitteln (Begriffe für Tätigkeiten) und in der damit kompatiblen und zeitgleich eingeführten DIN 31051 Instandhaltung.

Diese Systematik hat vor allem deswegen Geltungsanspruch, weil sie auf einem hohen Allgemeinheitsgrad Prozesse für beliebige technische Objekte industriegerecht abbildet. Bis heute wesentlich sind grundlegende Unterscheidungen, die Schnittstellen des Mensch-Maschine-Systems²⁸ beschreiben. Die in diesen Regelwerken fundamentale Unterscheidung von *Bedienen* und *Instandhalten* spiegelt das für Maschinen und Geräte typische Anwendungsmuster zwischen dem Normalzustand der Funktionsausübung

²⁷ Eine Durchmusterung der Prozessbegriffe in den deutschen Regelwerken des Bauens wurde vom Autor im ZukunftBAU Forschungsvorhaben „Lebenszyklusorientierte Ausschreibung und Vergabe – Methodische Grundlagen“ entlang der Phasen eines Lebenszyklusobjektes durchgeführt – vgl. ZukunftBAU Balck (2012).

²⁸ Mit der Bezeichnung „Mensch-Maschine-System“ wird seit den 1950er Jahren der Zusammenhang von Tätigkeiten bei Produktionsmaschinen und der menschlichen Betätigung unterschieden. Ein Schwerpunkt dieser systemtechnischen Betrachtung waren technologische Veränderungen im Anteil von Maschinentätigkeiten und menschlichen Tätigkeiten bis hin zur alleinigen Funktionsausübung von Maschinen in automatisierten Systemen. Damit einhergehen die Koppelung von Maschinenfunktionen durch Informationstechnik in Steuerungs- und Regelungseinrichtungen mit jeweils komplementären Beobachtungs- und Bedienaktivitäten durch Menschen.

– im Bedienen – und dem durch Verschleiß und andere Störfaktoren unvermeidlichen Ausfallverhalten. Durch Prozesse der Instandhaltung werden Störungen vermieden bzw. in ihren ursprünglichen Zustand der Funktionsfähigkeit zurückgeführt. Diese Polarität findet sich in Industrieunternehmen auch als organisatorische Dualität: Die Maschinenbediener sind z. B. bei einem Automobilhersteller die Facharbeiter im normalen Arbeitsprozess, also im eigentlichen Wertschöpfungsprozess. Wenn Maschinen ausfallen, sind in der Regel spezialisierte Einheiten der Instandhaltungsorganisation für die Entstörung oder Instandsetzung zuständig. Die gleichen Einheiten haben außerdem die Aufgabe, in Zeiten der Nicht-Produktion (außerhalb der normalen Arbeitszeit) Inspektionen und Wartungen durchzuführen, um die Störungswahrscheinlichkeit zu verringern. Im internationalen Sprachgebrauch findet sich die Dualität in der gängigen Formulierung von „Operating and Maintenance“ wieder.

Eine Adaptierung dieser allgemeinen technischen Normen für die technische Gebäudeausrüstung wurde in den VDI-Regelwerken und den VDMA-Leistungsprogrammen für Wartungs- und Inspektionsleistungen vorgenommen. Besonders die VDI-Richtlinien für das Betreiben unterschiedlicher Anlagentypen liefern eine präzise Terminologie für technische Prozesse. Die VDI 3801 (Abb. 2-3) regelte von 1982 bis 2005 die Klassifizierung der Prozesse im Betreiben zunächst nur für Anlagen der Raumluftechnik.

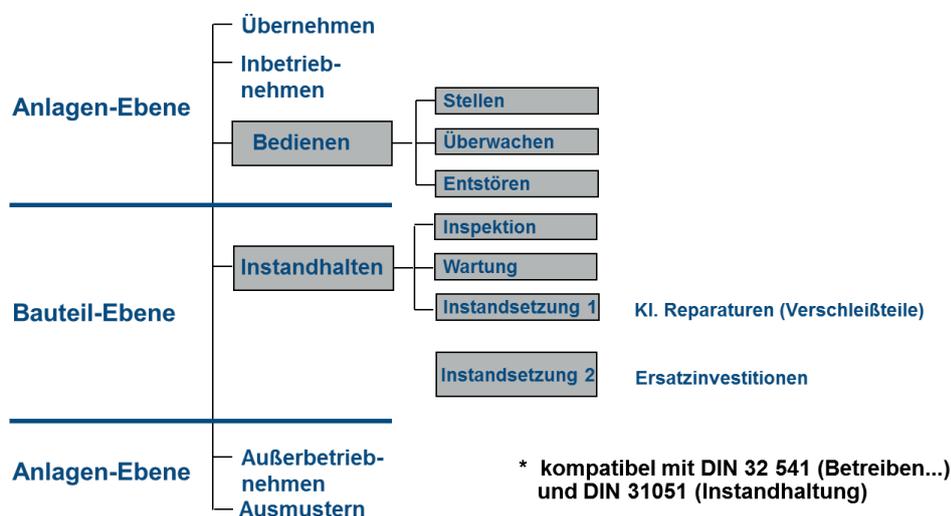


Abb. 2-3: VDI 3801 Betreiben von RLT Anlagen – gültig bis 2005 [Quelle: IPS]

Ab 1997 folgte mit gleicher Prozess-Systematik die VDI 3810 Betreiben von heizungstechnischen Anlagen. Diese Regelwerke enthielten implizit eine 3-teilige Phasengliederung.

zung, die sich am Lebenszyklusansatz orientiert, aber mit keinem Hinweis darauf Bezug genommen hatten:

Prozesse in der Anfangsphase der Nutzungsdauer

Übernehmen / In Betrieb nehmen

Prozesse in der Normalphase der Nutzungsdauer

Bedienen (Stellen, Überwachen, Entstören)

Instandhalten (Inspektion, Wartung, Instandsetzung)

Prozesse in der Endphase der Nutzungsdauer

Außerbetriebnehmen / Ausmustern

Unterschieden werden Tätigkeiten bei der Einführung eines Gerätes / einer Anlage in den Betrieb (Übernehmen / Inbetriebnehmen). Das ist die Nahtstelle zum Ende eines Investitionsprojektes. In der Normalphase der Nutzung werden die Aktivitäten des Bedienens und Instandhaltens unterschieden und in der Auslaufphase am Ende der Nutzungsdauer folgen Außerbetriebnehmen und Ausmustern.

Mit dem Aufkommen der Diskussion um wirtschaftliche Nachhaltigkeit wurden deswegen, wengleich erst 2005, also zu einem historisch späten Zeitpunkt, die Regelwerke DIN 32541 zeitgleich mit der dazu konformen VDI 3801 zurückgezogen. Ein wichtiger Grund war die Korrektur eines gravierenden Nachteils, der diesen Regelwerken sozusagen als Geburtsfehler anhaftete: es fehlte der Energieaspekt ! Mit der Neuherausgabe der VDI 3810-Reihe im Jahr 2012 wurde der „blinde Fleck“ Energie im technischen Prozessverständnis teilweise korrigiert: Mit der Tätigkeitsbezeichnung „Energiemanagement“ wurde das alte, ansonsten unveränderte terminologische Prozessgerüst ergänzt²⁹. Leider wurde die in der ursprünglichen Norm DIN 32541 und in alten VDI 3801 festgelegte Struktur des Betriebens beibehalten. In der neuen Fassung wird das Energiemanagement nur verbal als zusätzlicher Aufgabenbereich in der Position „Energiemanagement“ aufgeführt. Daraus ergibt sich für die allgemeine Darstellung der jähr-

²⁹ Leider wurde der in der VDI 3801 als Überbegriff verwendete Ausdruck „Betreiben“ in seiner festgelegten Eindeutigkeit aufgegeben. Die Überschrift der VDI 3810 „Betreiben und Instandhalten“ ist irreführend, denn die Instandhaltung gehört nach allen Regelwerken – auch innerhalb der neuen VDI 3810 – als Gruppe von Teilprozessen zur Prozessgesamtheit des Betriebens.

lich zu erfassenden Kosten das terminologische Problem, das dafür kein umfassender Ausdruck existiert. Somit müssen für das Lebenszykluskosten-Modell in Kap. 3.2.7 Jahreskosten additiv erfasst werden. Eine Zusammenfassung unter einem übergreifenden Begriff des „Betreibens“ ist nach dem heutigen Stand der Regelwerke nicht möglich – bleibt aber methodisch wünschbar. Abb. 2-4 ist dafür ein Vorschlag.

Dennoch bleibt die Frage, warum energetische Prozesse und energetische Folgekosten nicht schon früher Gegenstand normativer Analysen und Regelungen waren. Sie berührt ein aktuelles Grundproblem unserer technisch-kulturellen Entwicklung und steht im Zentrum der Verfolgung von Zielen der Nachhaltigkeit. Entsprechend gibt es sehr unterschiedliche Antwortmöglichkeiten auf die bisherige Nicht- oder Geringbeachtung des Energieaspektes in den vielfältigen Prozessen der industriellen Lebenswelt.

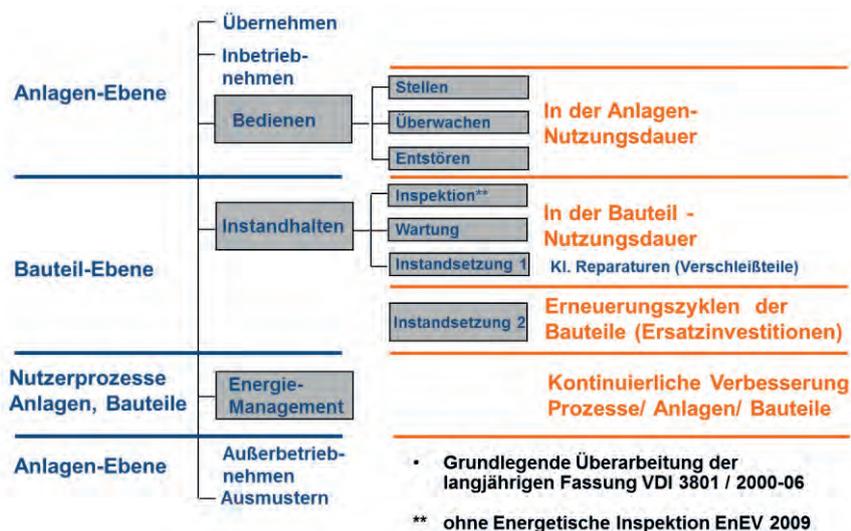


Abb. 2-4: Vorschlag zur Integration des Energiemanagement in das Betreiben in Anlehnung an VDI 3810 „Betreiben und Instandhalten von gebäudetechnischen Anlagen“ [Quelle: H. Balck]

Die Frage hat aber einen unabweisbaren Bezugspunkt und mit Einschränkung auch eine Antwort für das Verständnis technischer Dienstleistungen in den Prozessen des Betriebes und Instandhaltens. Energetische Prozesse werden nicht von Menschen durchgeführt. Sie sind gleichsam versteckt in technikinternen, physikalischen oder physikalisch-chemischen Prozessen. Sie gehören sozusagen zum Funktionieren der vom Menschen geschaffenen baulichen und technischen Anlagen. In dem Maße nun, wie energetische Eigenschaften zum Gegenstand von Konstruktions-, Gestaltungs- und Optimierungsmaßnahmen werden, verändert sich das Leistungsbild der Facility Ser-

vices. Der neue Fokus „Energiemanagement“ beinhaltet eine Grenzüberschreitung. Während nach dem klassischen Verständnis des „Betreibens“ der störungsarme Betrieb – also das Vermeiden, Verhindern bzw. Beseitigen von Störungen – im Mittelpunkt der unterstützenden Dienstleistungen stand, erweitert sich nun dieser Fokus um eine zweite Ausrichtung: die Reduzierung von Energie. Das ist aber nur möglich, wenn die technikinternen Prozesse optimiert werden, also wenn Konstruktionen und Anlagen durch Umbau, Umrüstung, Nachrüstung verändert werden, um höhere Effizienzniveaus zu erreichen – und das ohne zeitliche Begrenzung. Anders als die auf Störungsphänomene ausgerichtete Betriebsweise ist diese Serviceorientierung nicht statisch, sondern im Idealfall eine kontinuierliche Verbesserung³⁰.

Damit vollzieht sich ein überfälliger Nachholbedarf im technischen Facility Management. Energiemanagement und Instandhaltungsmanagement sind auf dem Wege zu polar gegenüberstehenden Schwerpunkten in den unterstützenden Prozessen. Angetrieben wird diese Entwicklung durch das Top Management in Unternehmen und Verantwortungsträger in öffentlichen Institutionen.

Rückbau – Entsorgung – Verwertung

Die Prozesse Rückbau oder Entsorgung bzw. Verwertung (z. B. Recycling) sind abhängig von der Objektgröße in der Hierarchie eines Bauwerkes. So ist der Rückbau einer Leuchte (z. B. durch den Tausch von Leuchten mit veralteten Leuchtstofflampen durch LED-Leuchten) ein Prozess auf der Bauteil- bzw. Produktebene. Im Vergleich zum Rückbau komplexer technischer Anlagen im Zuge von Erneuerungs-/ Modernisierungsprozessen besteht aber in technologischer Sicht kein wesentlicher Unterschied, denn die Entsorgungsprozesse und Verwertungsprozesse sind innerhalb der Kreislaufwirtschaft methodisch verwandt³¹.

³⁰ Vgl. Bullinger (2009), S. 711.

³¹ Die Analyse und der Vergleich der Kosten von Verwertungsprozessen in der Endphase von Bauteilen erfolgt in Prozessanalysen im Übergang vom Bauteilstatus zum Produktstatus. Der physische Lebensweg eines „verbauten Produktes“ – in der gesamten Spanne von der Erzeugung erster Komponenten in Vorprodukten bis zur Demontage, Entsorgung und ggf. Recycling der Endprodukte – erstreckt sich in einem längeren und komplexeren Prozess als in der reinen „Nutzungsdauer“ eines Bauteils. Der physische Produktlebensweg wird im LifeCycle Assessment (LCA) untersucht. Die Parallelität von Bauteil-Lebenszyklus und Produktlebensweg wurde im ZukunftBAU-Projekt „Lebenszyklusorientierte Produktinformationen“ als Y-Modell dargestellt - Balck (ev. 2015).

2.3.2 Instandhaltung und Erneuerung

Als Kostenart ist die Instandhaltung gleichermaßen definiert in der DIN 18960, in VDI-Richtlinien und in den damit korrespondierenden AMEV-Richtlinien. Sie spiegeln die in allgemeinen DIN-Normen der Technik etablierte 3-teilige Standardgliederung der Instandhaltung mit Inspektionen – Wartungen – Instandsetzungen³². Das ist zunächst ein beeindruckender Befund und eine Regelungsbasis von hohem Wert. Gleichwohl besteht ein erhebliches Problem in der praktischen Anwendung, denn die Erfassung von Kosten der Instandhaltung wird erschwert, weil die beschriebenen 2 Zeithorizonte die Kostenkategorie „Instandsetzung“ aufspalten. D.h. gemäß der methodischen Ausrichtung auf die Unterscheidung von Folgekosten, die für einen realisierten Bestand an Lebenszyklusobjekten innerhalb und nach der Beendigung von Nutzungsdauern anfallen, können zwei Klassen von Instandsetzungsarten mit entsprechend differenzierbaren Folgekosten unterschieden werden:

Instandsetzung 1

Instandsetzungen innerhalb der Nutzungsdauer betrachteter Lebenszyklusobjekte – insbesondere Reparaturen ohne Ersatzinvestitionen.

Instandsetzung 2

Instandsetzungskosten, die je Erneuerungszyklus am Ende der Nutzungsdauer anfallen (Große Instandsetzungen / Sanierungen / Modernisierungskosten).

Die Kostenermittlung der Instandsetzungen kann also nach der gleichen Methodik wie für Erstkosten nach Kostenarten der DIN 276 erfolgen. Im Interesse einer einheitlichen Methodik der Kostenerfassung sollte daher auf die Anwendung der Kostengruppe 400 „Instandsetzungen“ der DIN 18960 verzichtet werden. Dann ist die Kostenstruktur einer Investition im Wandel der Erhaltungs- und Erneuerungsprozesse auf allen Ebenen der Objekthierarchie als „Fortschreibung“, also kontinuierlich darstellbar. Durch einen

³² In der DIN 31051 Grundlagen der Instandhaltung wurde diese ursprüngliche 3-teilige Prozessgliederung mit der Neuausgabe 2003 um eine 4. Prozesskategorie erweitert: die Verbesserung. Für die Systematik von Folgekosten, ist diese Zusatzkategorie aber nicht geeignet, da sie keine eindeutige Kostenzuordnung ermöglicht.

Wechsel in die Kostengruppe „Instandsetzungen“ entstände im LZK-Modell andernfalls ein methodischer Bruch mit Informationsverlusten³³.

Abgrenzung von „Erneuerungskosten“ und „Instandsetzungskosten 2“

Die zuvor eingeführte begriffliche Unterscheidung von zwei Instandsetzungen ergab sich aus der zeitbezogenen Auftrennung nach Aufwendungen abhängig von Nutzungsdauerintervallen. Sie entspricht aber auch der seit langem von Instandhaltern gebräuchlichen Praxis, die Eindringtiefe einer Erneuerungsmaßnahme zu charakterisieren – z. B. wenn mit „Reparieren“ ein bestehendes Bauteil nach der Reparatur weitergenutzt wird, oder wenn ein Bauteil als Ersatzmaßnahme „getauscht“ wird, oder wenn mit den Bezeichnungen „Sanieren“ bzw. „Modernisieren“ eine Kompletterneuerung angesprochen wird. Der damit benannte je andere Status einer Maßnahme gibt ein vielstufiges Spektrum wieder zwischen Wertverlusten durch das „Alter“ und Wertverlusten durch das „Veralten“.

Diese ungewöhnliche Breite von Veränderungsmöglichkeiten im „Bestand“ ist auch im hier eingeführten Erneuerungsbegriff enthalten. Das macht es aber auch schwer zu erklären, was der Unterschied zur „Instandsetzung“ ist. Dafür gibt es offenbar keine strenge Trennungsregel – aber zumindest einen Anhaltspunkt:

Ersatzinvestitionen gehören zu den Erneuerungen, sind aber nach geltendem Recht kein „Erhaltungsaufwand“ und deswegen keine Instandsetzungen.

2.3.3 Nutzerprozesse – Technische Konditionierung – Bedienen

Durch die neueren und zu erwartenden weiteren innovativen Entwicklungen der Gebäude- und Raumautomation und durch aktuelle Umsetzungen von Anforderungen der Nachhaltigkeit ist eine Übertragung des Gliederungsmusters der Serviceprozesse in den Gesamtzusammenhang der Gebäudefunktionen und Raumanforderungen erfor-

³³ Diese Forderung gilt besonders für „LifeCycle Benchmarks“, die bauteilbezogen nach Jahreskostenfaktoren und Nutzungsdauerkennwerten nach AMEV oder VDI 2967 ermittelt werden (vgl. ZukunftBAU / Fraunhofer IRB –/ZukunftBAU Balck (2013)). Die Dokumentation der tatsächlich angefallenen Kosten der „Instandsetzung 2“ kann aber auch parallel nach DIN 18960 erfolgen, wenn dies für Benchmarks von Nutzungskosten auf der Basis von Gebäudeflächen nach DIN 277 benötigt wird.

derlich, die in den beschriebenen neu erschienenen Regelwerken der VDI 3810-Reihe noch nicht betrachtet werden. Dazu eine gedankliche Skizze:

Die Prozessklasse Bedienen und deren Subprozesse Stellen, Überwachen, Entstören, wie sie ursprünglich in der DIN 32541 für Produktionsprozesse eingeführt wurden, beschreiben die Aktivitäten der Maschinenarbeit und die dazu erforderlichen Supportprozesse. Hierbei ist das „Bedienen“ die Hauptaktivität. Ähnlich ist der Sachverhalt beim Bedienen eines Computers. Nutzung und Bedienen sind Synonyme. Erst wenn Maschinen oder Geräte ausfallen und die „Nutzer“ sich nicht selber helfen können, ist ein Kompetenzwechsel notwendig. Dann treten Spezialisten für den „Support“ auf den Plan – Entstörungen und Instandhaltung. Organisatorisch gibt es diese Zäsur seit langem in der Industrie als Trennung von Produktionseinheiten und Supporteinheiten – insbesondere für Instandhaltungsaufgaben.

In Gebäuden hat sich diese Trennung anders entwickelt. Hier sind die Nutzer nur am Rande mit Bedienfunktionen in Anspruch genommen – z. B. Lichtschalter betätigen, Bedienfelder mit Tastfunktionen schalten, Fenstergriffe bedienen. Der überwiegende Anteil der Bedienleistungen wird dagegen gesondert von Fachleuten der „Facility Services“ innerhalb einer Betreiberorganisation durchgeführt. So handelt es sich beim Bedienen eines Heizkessels oder einer raumluftechnischen Anlage um Vorgänge, die typisch für die Facility Services sind. Das sind Sekundärprozesse, die den eigentlichen Nutzerprozess als Hauptprozess „unterstützen“. Besonders in der Gebäudetechnik wird das Bedienen Technischer Anlagen aus den Nutzungsprozessen abgespalten und den Serviceprozessen organisatorisch zugeordnet.

Nutzerprozesse und Betreiberprozesse stehen sich also in der Gebäudewelt getrennt gegenüber. Besonders in der Gebäudetechnik und zunehmend in technisierten Baukonstruktionen (z. B. Fenster und Türen mit Stellantrieben) treten Nutzer aus den Bedienprozessen heraus. So werden in automatisierten Lüftungsprozessen Fensterflügel, gestützt durch Anlagen der Raum- und Gebäudeautomation – gesteuert durch CO₂ Sensoren – geöffnet und geschlossen. Die Koppelung solcher Bedienprozesse mit Inspektionen, Wartungen und Instandsetzungen hat sich im Technischen Gebäudem-

nagement / Facility Management als gesamtheitliches Leistungsbild „Unterstützender Prozesse“³⁴. etabliert.

Daraus resultiert nun aus Sicht der gebäudebezogenen Nutzerwelt für die „Nutzung“ von Baukonstruktionen und Gebäudetechnik eine wesentlich andere Abgrenzung und zugleich eine andere Art von Prozessschnittstellen. Das Verhältnis zwischen unterstützenden Prozessen – auf Basis der gesamten technischen Gebäudeausrüstung und den damit verbundenen Baukonstruktionen – und die dazu komplementären Prozesse der Nutzer. Anders als bei der Maschinenbedienung „nutzen“ Gebäudenutzer zugleich integrierte Services aus automatisierten und entkoppelten Bedienprozessen und die an definierten Orten zusammenwirkenden Bestandteile von Baukonstruktionen und Technischen Anlagen. Das geschieht in der Nutzungseinheit „Raum“.

Nutzende Personen mit ihren betrieblichen Ausrüstungen (z. B. in einem Büro) stehen innerhalb der Nutzungseinheit „Bürraum“ zugleich dem physischen Konstrukt aus raumbildenden Bauteilen (Wand-, Decken-, Bodenelemente) und lokalen Anschlüssen gebäudetechnischer Anlagen und dem „Betrieb“ dieser Bauwerk-Bestandteile gegenüber. In dieser Sicht erscheinen nun ganze Gebäude mit den darin zusammenwirkenden Baukonstruktionen und technischen Anlagen als raumfokussierte Infrastruktur – als „Facilities“. Räume mit ihren raumbildenden Bauteilen, den darin „eingerrichteten“ Ausrüstungen und gekoppelten Prozessen des Betriebens und Instandhaltens sind also die Nutzungseinheiten. Deren Nutzer sind raumbezogen definiert. Sie nutzen unmittelbar Raumkonditionen wie Luftqualität, Licht oder Anschlüsse technischer Netze. Die technischen Versorgungsprozesse wie auch fast alle Bedien- und Serviceprozesse der konditionierenden Technik bleiben für Raumnutzer im Hintergrund und unsichtbar – es sei denn sie teilen sich durch Störungen mit. Dieser komplexe Zusammenhang aus physischen Bestandteilen und Serviceprozessen ist als eine Art Kunden-Lieferanten-

³⁴ Die Unterscheidung von Hauptprozessen und Unterstützenden Prozessen (Support Activities) ist eine seit den 1990er Jahren bis heute weit verbreitete Unterscheidung in der Betriebswirtschaft und im Management. Sie wurde konzeptionell von M. Porter eingeführt – s. Porter (1993). Diese Unterscheidung fand in der Normenreihe DIN EN 15221 Facility Management Eingang.

Beziehung verständlich – so wie es sich auch im europäischen Facility Management etabliert hat³⁵.

Erkennbar wird nun ein gegenüber den zuvor dargestellten technischen Regelwerken erweiterter Zusammenhang von ineinandergreifenden Funktionen und Prozessen. Raumbezogen zusammenhängende Bestandteile von Baukonstruktionen, gebäudetechnischen Anlagen und zugehörige unterstützenden Dienstleistungen rücken in den Fokus dessen, was zuvor abstrakt mit dem Begriff „Lebenszyklusobjekt“ angesprochen wurde³⁶.

Methodisch interessant ist eine Prozesskette, die gestuften Serviceprozessen raumbezogenen Soll-Vorgaben zuordnet. Im Hinblick auf die Erfüllung nutzerbezogener Soll-Vorgaben wird sie in umgekehrter Abfolge dargestellt:

Nutzerprozesse

Die Nutzer sind Menschen und betriebliche Ausrüstungen in Räumen bzw. in lokalen Einheiten (z. B. Mikrostandorte in einem Büro oder einem Labor). Diese Prozesse sind das Endglied in den technischen Serviceketten.

Konditionierungsprozesse durch gebäudetechnische Anlagen

Konditionierungsprozesse wie Beleuchten, Heizen, Kühlen, Be- und Entfeuchten sind Leistungen gebäudetechnischer Anlagen in Räumen. Sie dienen Menschen und Ausrüstungen in lokalen Einheiten, z. B. Arbeitsplätzen. Dieser Prozess ist das Mittelglied in den technischen Serviceketten

³⁵ Eine detaillierte Darstellung der Kunden-Lieferanten-Beziehung im Facility Management enthält die DIN EN Reihe 15221. Allerdings wird darin nicht der Unterschied zwischen genutzten Bestandteilen eines Bauwerks und der Nutzung von Serviceprozessen betrachtet.

³⁶ An dieser Stelle kann nur angedeutet werden, dass im Zusammenwirken verschiedener LZO2 und LZO3 Lebenszyklusobjekte auch raumbezogene Einheiten als eine Objektklasse mit Lebenszyklusaspekten betrachtet werden. So können bestimmte Konfigurationen aus Raumbestandteilen, Raumeigenschaften und Einrichtungen auch als Sonderform von Lebenszyklusobjekten aufgefasst werden – z. B. ein „Arbeitsplatz“ als selbständige Einheit in einer zeitlichen Perspektive.

Bedienen und Leistungsprozesse gebäudetechnischer Anlagen und Baukonstruktionen

Die Leistungsprozesse der technischen Anlagen / Baukonstruktionen werden nach den raum- oder arbeitsplatzbezogenen Vorgaben durch Bedienvorgänge gesteuert oder geregelt. Dieser Prozess ist das Anfangsglied der technischen Servicekette im Normalzustand.

Instandhaltungsprozesse für die gebäudetechnischen Anlagen

Dieser Prozess verläuft parallel zum Bedienen der technischen Anlagen. Er erfolgt in Unterbrechungszeiten entweder in den Nicht-Arbeitszeiten oder diskontinuierlich in Ausfallzeiten aufgrund von Störungen.

Abb. 2-5 veranschaulicht diese Prozessklassen in der Verkettung aufeinanderfolgender unterstützender bzw. voneinander abhängiger Einzelprozesse am Beispiel raumluft-technischer Anlagen. Zugeordnet sind jeweils wichtige Kostentreiber und Qualitätstreiber. Mit Entscheidungen zu Rückbau und Erneuerung wiederholen sich solche Ablaufmuster.

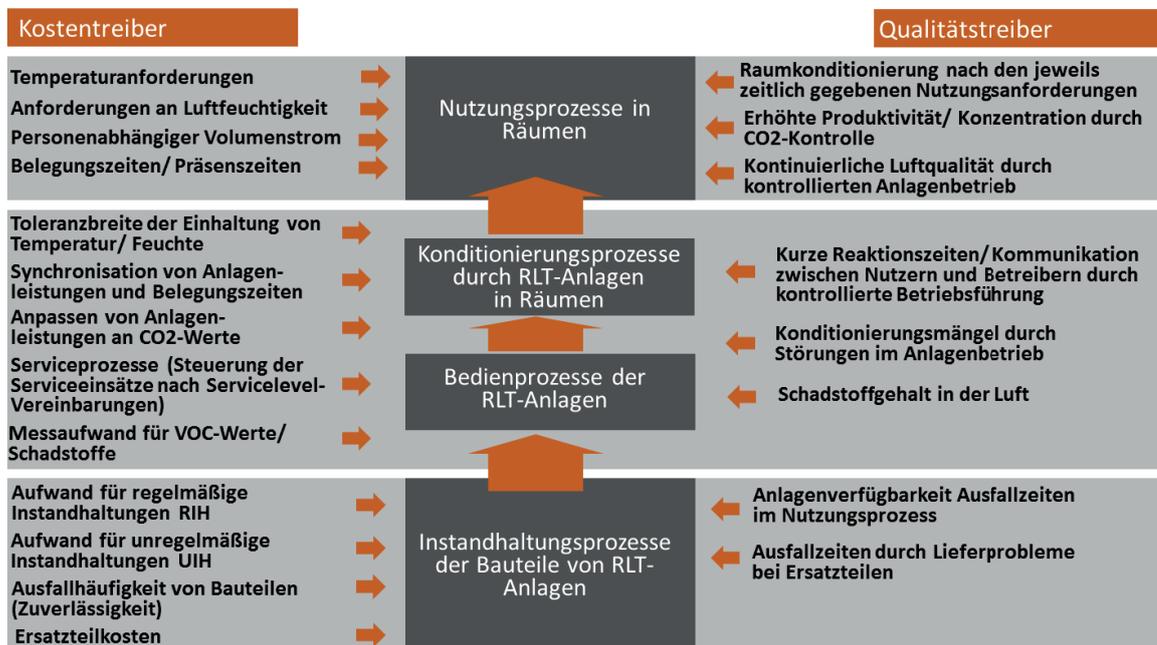


Abb. 2-5: Raumbezogene Prozessketten der unterstützender Prozesse am Beispiel raumluft-technische Anlagen [Quelle: H. Balck]

Gebäudeautomation als technologische Aufwertung der unterstützenden Prozesse

Die in der Servicewelt häufig als Abwertung wahrgenommene Einordnung der zuvor aufgeführten Prozesse als „unterstützende Prozesse“ innerhalb der Gebäudetechnik – gegenüber der ursprünglichen Mensch-Maschine-Einheit, in der die Bedienprozesse auch die wertschöpfenden Nutzerprozesse sind – führt aber zugleich eine oft unterschätzte technologische Aufwertung mit sich. Bedienprozesse der Gebäudetechnik sind seit Ende der 1990er Jahre zunehmend zu Hightech-Prozessen geworden. Durch Gebäudeautomation und Raumautomation wurden die Konditionierungsprozesse technischer Anlagen, besonders in anspruchsvollen Bürogebäuden und Bauwerken der öffentlichen Infrastruktur, in den Rang hochwertiger Automation überführt.

2.4 Bauteile und Produkte

2.4.1 Bauteile und Produkte – Aufeinandertreffen von objektbezogenen und produktbezogenen Lebenszyklen

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 Bauwerksbestandteilen – bis hin zu den Bauteilen und Komponenten – und am Ende zu den Produkten, aus denen die Bauteile hergestellt werden.

In Baukonstruktionen ist unstrittig, dass z. B. eine Außenwand oder ein Dach ein Bauteil, aber kein Produkt ist, wenn solche Bauteile auf Baustellen durch die Verarbeitung /

Montage unterschiedlicher Produkte hergestellt werden³⁷. Bei der Betrachtung von Bauteilen der Gebäudetechnik ist das weniger offensichtlich. Erst eine systemische und prozessorientierte Analyse zeigt einen Unterschied, der für die lebenszyklusorientierte Methodik benötigt wird: Z. B. haben Pumpen und Ventilatoren – wie alle anderen Komponenten technischer Anlagen – einen unterschiedlichen Status, je nachdem welche Phase betrachtet wird. Als Bestandteile technischer Anlagen sind sie im Prozess des Funktionierens „Bauteile“ und damit übergreifend Bestandteile eines Bauwerks. Nach der vorangegangenen Begriffsbildung sind sie in diesem Status „Lebenszyklusobjekte“. Pumpen und Ventilatoren haben aber auch den Status als „Produkte“ – allerdings nur solange sie sich innerhalb technologischer Wertschöpfungsketten in einem Potenzialzustand befinden, den man als „noch nicht verbaut“ bezeichnen kann. Dann handelt es sich um Eingangsgrößen oder Ausgangsgrößen von Produktionsprozessen oder um Lager- und Lieferprozesse. Aber auch wenn sie als „Finalprodukte“³⁸ für einen konkreten Anwendungsfall ausgewählt und zur Verarbeitung in einem Baustellenprozess vorgesehen sind, handelt es sich noch nicht um Bauteile.

Entlang von Wertschöpfungsketten lässt sich der Produktstatus technologisch zurückverfolgen, als Ketten aufeinanderfolgender Vorprodukte bis zu den Finalprodukten.

Solche Ketten werden im Hinblick auf Stoffströme und Energieverbrauch als „Produktlebensweg“ entlang der Produktions- und Logistikprozesse im Life Cycle Assessment (LCA) betrachtet³⁹.

Bauteil und Produkte – Beispiel Fenster

Ein Fenster hat als Bauwerksbestandteil seinen Ursprung in einer Entwurfsentscheidung, i. d. R. in einem frühen Stadium. Es enthält seine Bestimmungen als „Bauteil“ aus dem Kontext zu anderen Bauteilen und zu Nutzungsprozessen. Es wird im Pla-

³⁷ Wenn komplexe Bauteile von Baukonstruktionen als Fertigteile angeliefert werden, z. B. Fassadenteile, sind die Montageeinheiten „Finalprodukte“. Erst die fertig zusammengefügt und funktionsfähigen Konstruktionen haben den Status von „Bauteilen“.

³⁸ Der Terminus „Finalprodukt“ wird unterschiedlich gebraucht. In der hier verwendeten Abgrenzung sind auch komplexe Fertigteile für Baukonstruktionen zunächst Finalprodukte bis zum Ende von Lieferketten. Erst nach dem Montageprozess – mit dem Eintritt in einen Funktionszusammenhang – wandelt sich der Produktstatus zum Bauteilstatus.

³⁹ Der marktbezogene „Produktlebenszyklus“ der Finalprodukte beginnt dagegen in der Produktentwicklung und ist streng zu unterscheiden vom „Produktlebensweg“ des Life Cycle Assessment LCA – vgl. Balck (ev. 2015).

nungsprozess schrittweise detailliert und im Beschaffungsprozess (z. B. Ausschreibung und Vergabe) als Produkte-Konfiguration (z. B. Profil, Verglasung, Beschläge, Baukörperanschluss, Fensterbank) „bestellt“⁴⁰. Anschließend durchläuft das Bauteil „Fenster“ die Betriebsphasen Nutzung und Betreiben. Das „Lebensende“ wird durch eine Entscheidung bewirkt: Eigentümer oder Betreiber beenden die „Nutzungsdauer“. Danach verliert das Bauteil „Fenster“ seine Bestimmung im Entsorgungsprozess. In der zeitlich folgenden Verwertungsphase (z. B. Recycling) sind nur noch Materialeigenschaften der Produkte relevant.

Die in der Baustellenproduktion einfließenden Produkte zur Herstellung eines Bauteiles „Fenster“ haben je eigene Vorprodukte. Z. B. haben Rahmenprofile aus Kunststoff als wichtigstes Vorprodukt ein vom Rahmenhersteller gewähltes Granulat⁴¹. Die Vorprodukte Fensterglas, Beschläge haben Vorprodukte in den materialspezifischen technologischen Ketten (Glasarten, Metalllegierungen u. dgl.). Mit der Verarbeitung der an die Baustelle zugleich angelieferten Endprodukte – z. B. Fugenband für den Baukörperanschluss, Fensterbank – verwandeln sie sich im Verarbeitungsprozess zu Sub-Bauteilen des Bauteils „Fenster“. Im Zustand des „Funktionierens“ realisieren sie im „Gebrauch“ Eigenschaften, die durch die im Montageprozess zusammengefügt oder in chemischen Verfahren verarbeiteten Produkte ermöglicht werden.

2.4.2 Bauwerke als Konfigurationen produktgenerierter Bestandteile

Aus Produkten entstehen entlang von Wertschöpfungsprozessen Baukonstruktionen, technische Anlagen und am Ende komplexe Bauwerke. Diese technologische Sicht ergibt sich aus der Analyse der in Kap. 2.1.1 angesprochenen Wertschöpfungsketten. Die zuvor dargestellte systemtechnische Betrachtung der Lebenszyklusobjekte hat somit ein methodisches Gegenstück, denn Entwurfsfestlegungen münden spätestens

⁴⁰ Dieser Beschaffungsvorgang kann auf wenige Teile reduziert werden, wenn Fenster als komplette Fertigteile bestellt werden. Aber auch dann bleibt der Baukörperanschluss als ein Rest aus Produkten und Bauleistungen, der als Übergang zum funktionsfähigen Gebilde erforderlich ist. Dieser prozessorientierte Statuswechsel – von Produkten zu Bauteilen – gilt entsprechend, wenn Fenster bereits Bestandteile von Fassaden-Fertigteilen sind.

⁴¹ In Zusammenarbeit mit der BASF hat die Firma Aluplast Fensterprofile aus Kunststoff entwickelt, die Spitzenwerte bei U-Werten aufweisen. Außerdem ermöglichten die mechanischen Eigenschaften des entwickelten Kunststoffmaterials den Verzicht auf Verstärkungselemente aus Stahl. Dadurch können die Endprodukte im Fenster in einen einfachen, effizienten Recyclingprozess nach der Demontage zurückgeführt werden.

auf der Bauteilebene in Beschaffungsprozesse. Daraus resultieren Produktentscheidungen, so dass sich Entwurfsprozesse an ihren Finalpunkten immer in Nahtstellen zu Produktionsprozessen einbinden. Sie laufen zusammen im „Bauwerk“ – als Endergebnis dieser Prozesse.

In technologischer Sicht lassen sich Bauwerke als „Konfigurationen“ aus produktgenerierten Bestandteilen darstellen. Abhängig von der Wertschöpfungsstufe der Finalprodukte sind das auf der 2. Systemebene (LZO2) Konfigurationen aus vormontierten Aggregaten oder sogar fertiggestellten Anlagen und Ausrüstungen, die nur noch „angeschlossen“ und in Betrieb genommen werden müssen (z. B. Notstromdiesel, Büroausrüstungen). Auf der 3. Systemebene (LZO3) werden aus Bauprodukten Bauteile.

Besonders interessant für das LifeCycle-Management und darin verwendete Produktinformationen ist das „Konfigurieren“ von Produkten auf der Bauteilebene. Es kann auf zwei verschiedenen Wegen erfolgen:

Wenn Entwurfsentscheidungen Bauteile festlegen, die mit „montagefertigen“ Produkten korrespondieren, werden im Ausführungsprozess keine neuen Produkteigenschaften generiert. Typisch sind Produkte des raumbildenden Ausbaus (z. B. Trockenbau), Fassadenprodukte und Produkte für die Errichtung gebäudetechnischer Anlagen, die lediglich auf der Baustelle „zusammengebaut“ werden.

Wenn durch Entwurfsentscheidungen Bauteile festgelegt werden, deren gewünschte Eigenschaften erst in einem Produktionsprozess auf der Baustelle entstehen, müssen Nahtstellen in Produktionsverfahren unterschieden werden, die nur teilweise oder gar nicht als „Montage“ verstanden werden. Typisch sind die Erzeugung von Bauteilen in chemischen Verfahren (z. B. flüssig verlegte Kunststoffböden) oder die Herstellung von Bauteilen aus Beton oder von Bauteilschichten wie Putze und Anstriche.

In beiden Fällen entstehen aus Produkten Bauteile. Bauteile sind im Kontext von konkreten Anwendungsprozessen bestimmt. Produkte sind im Marktzusammenhang zunächst Potenziale. Sie werden nach Beschaffungsentscheidungen Faktoren im Erzeugen von Bauteilen und haben schließlich im Betrieb einen konkreten Beitrag zur Performance auf allen Ebenen der Objekthierarchie: der Bauteilperformance, der Performance übergreifender Bauwerk-Subsysteme und schließlich im Gesamtzusammenhang zu der Performance eines Bauwerks. Jede Ebene der Systemhierarchie ist also auch eine Ebene für lebenszyklusorientierte Objektbestimmungen.

3 Kostenbegriffe und Kostensystematik im Lebenszyklusansatz

3.1 Leitstruktur des LZK-Modells

Zur Bewertung von Entwürfen ist ein komplexes Berechnungsverfahren erforderlich, für das es in der heute üblichen Planungspraxis keinen Standard gibt⁴². Ein wesentlicher Teil der im folgenden dargestellten Ergebnisse der Forschungsbegleitung bestand daher in der Ausarbeitung einer Kostensystematik, die einerseits mit bestehenden Regelwerken übereinstimmt und Regelungslücken durch pragmatische Berechnungswege überbrückt. Entwickelt wurde ein Rechenmodell für „bauteilscharfe Lebenszykluskosten“ in einem Lebenszykluskosten-Modell (LZK-Modell). Da die Fundierung aus teilweise inkompatiblen Regelwerken erfolgen musste, wird die darin festgelegte Systematik aber nur verständlich, wenn auch die zugrundeliegenden Auswahlentscheidungen bei der Anwendung verfügbarer Regelwerke betrachtet werden.

3.1.1 Erweitere DIN 276 anstelle der DIN 18960 als Leitstruktur

Für die Modellierung und Berechnung von Lebenszykluskosten in einem Rechenmodell muss im Vorhinein entschieden werden, welche Gliederungsstruktur für die Differenzierung der Lebenszykluskosten eines Bauwerkes gewählt werden soll. Auf der Grundlage deutscher Normenwerke bieten sich dafür entweder die DIN 18960 Nutzungskosten im Hochbau oder die DIN 276 Kosten im Bauwesen – Hochbau an.

Die DIN 18960 Nutzungskosten im Hochbau ist als Leitgliederung ungeeignet

Die DIN 18960 ist als Leitgliederung immer dann zu empfehlen, wenn ausschließlich im Rahmen von Grobermittlungen Nutzungskosten auf der Basis von Flächenkennwerten der Investition für ein Gesamtgebäude zugeordnet werden. Um Lebenszykluskosten bauteilorientiert zu berechnen, hat sich die DIN 18960 für die in unserem Projekt verfolgten Anforderungen aber nur in sehr begrenztem Umfang als geeignet erwiesen:

- Die DIN 18960 entstand in den 1970er Jahren als ein Berechnungsansatz, um für Gebäude als Ganzes oder auch Liegenschaften (mehrere Gebäude) ein Instrument

⁴² Eine Übersicht der Grundlagenprobleme zur Ermittlung von bauteilbezogenen Lebenszykluskosten hat der Autor in einem 2012 veröffentlichten ZukunftBAU-Forschungsbericht beschrieben – siehe Balck (2012).

3. Kostenbegriffe und Kostensystematik im Lebenszyklusansatz

bereitzustellen, mit dem alle durch Verwaltung und Betrieb anfallenden Kosten erfasst und transparent dargestellt werden konnten.

- Die Systematik der Kostenarten der DIN 18960 hat sich zweifellos bewährt und wurde deswegen auch in allen Aktualisierungen im Wesentlichen beibehalten.
- Wenn allerdings nicht das Gesamtobjekt – ein beliebiges Bauwerk / Gebäude – auf dem Prüfstand von Folgekostenanalysen steht, sondern einzelne Bestandteile, insbesondere Bauteile, dann lassen sich viele Kostenkategorien dieser Norm nicht anwenden.
- Im Fokus planungsorientierter Optimierung von Bauwerk-Bestandteilen bis auf die Detailebene von Bauteilen geht es in erster Linie um die Bewertungsaspekte *Effektivität* und *Effizienz*. Wichtig für die zu den Nutzungskosten der DIN 18960 zählenden Kostenarten wie Versicherungen, Steuern, Gebühren u. dgl. werden deswegen zur Erarbeitung gar nicht oder nur am Rande benötigt.

In ähnlicher Vorgehensweise wie bei der Auswahl von Nutzungskostenarten in den Bewertungssystemen des DGNB und BNB wurden in das entwickelte Berechnungsmodell nur solche Kostenarten übernommen, die in den Bewertungssystemen der Nachhaltigkeit „erfolgs-kritisch“ sind – und bis auf eine beliebige „Detailtiefe“⁴³ der Planung anwendbar sind.

Dadurch lassen sich einheitlich „Kosten-Dipole“ aus Investitionskosten und Folgekosten auf beliebigen Systemebenen der Bauwerkshierarchie darstellen (Kap. 3.2). Wenn aber auf oberster Ebene der Kostensystematik die Gliederungsprinzipien verändert werden – das ist der Fall beim Übergang von einer DIN 276-Kostenerfassung zu einer DIN 18960-Kostenerfassung –, dann hat ein solcher Bruch der Kontinuität von Kostendarstellungen gravierende Folgen. Allein schon die Bezeichnung der Kostengruppen führt zu Irritationen: Eine Lüftungsanlage hat gemäß DIN 276 die KG 431 – die gleiche Nummer KG 431 heißt in der DIN 18960 Geländeflächen. Das sind aber nicht nur verwirrende Zuordnungsprobleme in den Bezeichnungen. Das Problem ist der heute übliche Wechsel in der Leitgliederung, wenn zur Erfassung von Nutzungskosten die Gesamtgliederung neu nach der DIN 18960 aufgesetzt wird. Solche „Medienbrüche“ verwischen den sachlogischen Zusammenhang zwischen (in-

⁴³ Eine weitgehende „Detailtiefe“ ist auch deswegen unerlässlich, weil andernfalls marktbezogene Produktangebote nicht systematisch in die Bewertung einbezogen werden können. Das hängt wesentlich damit zusammen, dass die Betrachtung von Produkteigenschaften – hinsichtlich Effektivität und Effizienz – fast immer eine planerische Eindringtiefe auf der Bauteilebene voraussetzt.

vestiven) „Bauteilursachen“ und den eigenschaftsabhängigen Folgeprozessen der Bauteile, also die damit einhergehenden Folgekosten.

Diese prozessorientierte Koppelung, die bauteilbezogen investive Phasen mit Folgeprozessen verbindet, geht zudem gänzlich verloren, wenn die späten Folgeprozesse der Verwertungsphase (Entsorgung, Wiederverwendung, Recycling) bauteilbezogen zugeordnet werden sollen. Dafür hat die DIN 18960 bisher keine Kostengruppen vorgesehen. Für differenzierte Kostenanalysen und Kostenbewertungen ist dagegen die DIN 276 als Leitgliederung unverzichtbar (Abb. 3-1).



Abb. 3-1 Leitgliederung nach DIN 276 [Quelle: H.Balck]

Erweiterungen über die vorgegebene 3. Gliederungsebene hinaus sind in der DIN 276 vorgesehen und werden ausdrücklich empfohlen. Die folgenden Gründe bestätigen zugleich, dass eine Begrenzung auf die 3. Stelle der DIN 276 für die Ermittlung von Lebenszykluskosten nicht vorteilhaft ist:

- Bauteile lassen sich nur selten auf der 3. Stelle darstellen. Z. B. ist zur Unterscheidung von Türen und Fenstern in der Kostengruppe 334 Außentüren und -fenster und in der Kostengruppe 344 Innentüren und -fenster mindestens eine 4. Stelle erforderlich.
- Wenn in einem Bauwerk verschiedene Außenwandkonstruktionen verwendet werden, ist die 3-stellige Unterscheidung für Außenwände nicht ausreichend.
- Im Bereich der Gebäudetechnik enthält die 3. Stelle durchweg Anlagenklassen. Da für die Ermittlung von Folgekosten jede Einzelanlage sehr unterschiedliche Berechnungsparameter hat, ist mindestens eine 4., in der Regel eine 5. Stelle zur „objektscharfen“ Erfassung notwendig.

3. Kostenbegriffe und Kostensystematik im Lebenszyklusansatz

Eine differenzierte DIN 276 Leitgliederung mit einer Erweiterung bis zur 5. ggf. 6. Stelle, ist aber auch aus weiteren Gründen notwendig, die mit dem methodischen Prinzip der „Bauteilorientierung“ untrennbar verbunden ist. Die im Forschungsvorhaben durchgeführten Projektbegleitungen der Neubauvorhaben haben eine Reihe von Vorteilen der Bauteilerfassung für die Berechnung von bauteilbezogenen Lebenszykluskosten. Die Bauteilerfassung in den dargestellten LZK-Modellen wurden durchgängig auf der 5. Stelle, teilweise auf der 6. Stelle der DIN 276-Leitgliederung erfasst und berechnet.

Das in den folgenden Ausführungen beschriebene Lebenszykluskosten-Rechenmodell (LZK-Modell) verwendet die DIN 276 mit einer bis zur 6. Stelle erweiterten Gliederungstiefe. Die über die Basisgliederung der DIN 276 hinausgehende 5. bis 6. Stelle wurde jeweils spezifisch für die Anwendung in den Projektbegleitungen gewählt.

3.1.2 Zuordnung von Folgekosten zur DIN 276-Leitstruktur

Der Nachweis, dass für eine beliebige DIN 276-Leitstruktur die Investitionsbestandteile in einem Bauvorhaben tatsächlich lückenlos auch Zuordnungen zu allen Folgekostenarten prinzipiell zulässt, war am Anfang des dargestellten Forschungsvorhabens eine der zentralen Fragen. Zur Beantwortung wurden nach dem Phasenmodell für Lebenszyklusobjekte entlang der zuvor beschriebenen Systematik von Folgeprozessen die jeweilige Zuordnungsmöglichkeit zu DIN 276-Positionen überprüft. Dies geschah in zwei Stufen:

STUFE 1: Abgleich aller Nutzungskostenarten der DIN 18960 mit DIN 276-Positionen

Relevanzprüfung der Kostenarten nach DIN 18960. Dazu musste die Frage beantwortet werden: Welche Nutzungskostenarten sind für Lebenszyklusobjekte sinnvoll und aussagefähig?

Welche relevanten Nutzungskostenarten lassen sich auf welcher Gliederungsebene der DIN 276 zuordnen?

STUFE 2: Abgleich von Folgekostenarten außerhalb der DIN 18960

Welche Folgekostenarten sind nicht in der DIN 18960 enthalten?

Antwort: End of Life-Kosten und Kosten für Ersatzinvestitionen.

Zusammenfassung der Vorteile einer DIN 276-Leitstruktur für Lebenszykluskosten in LZK Modellen

Die Anwendung der DIN 276 für das gesamte Spektrum aller Folgekosten ist in der heutigen Planungspraxis keine Selbstverständlichkeit. Die methodischen und empirischen Ergebnisse der im Forschungsprojekt durchgeführten Projektbegleitungen belegen aber, dass damit viele Vorteile verbunden sind. Eine methodische Voraussetzung dafür ist jedoch die Differenzierung der Folgekosten nach den Systemebenen LZO1 / LZO2 / LZO3 und die Aussonderung von Folgekosten, die nicht unmittelbar physischen Eigenschaften dieser Objekte zugeordnet werden können (Abb. 3-2 und Abb. 3-3). Dazu gehören vor allem die von Gebäudeeigenschaften und dem Zusammenwirken von baukonstruktionstechnischen Anlagen abhängigen Energiekosten und die vom Nutzerbedarf abhängigen Verbrauchskosten für Wasser, Abwasser oder technische Medien.

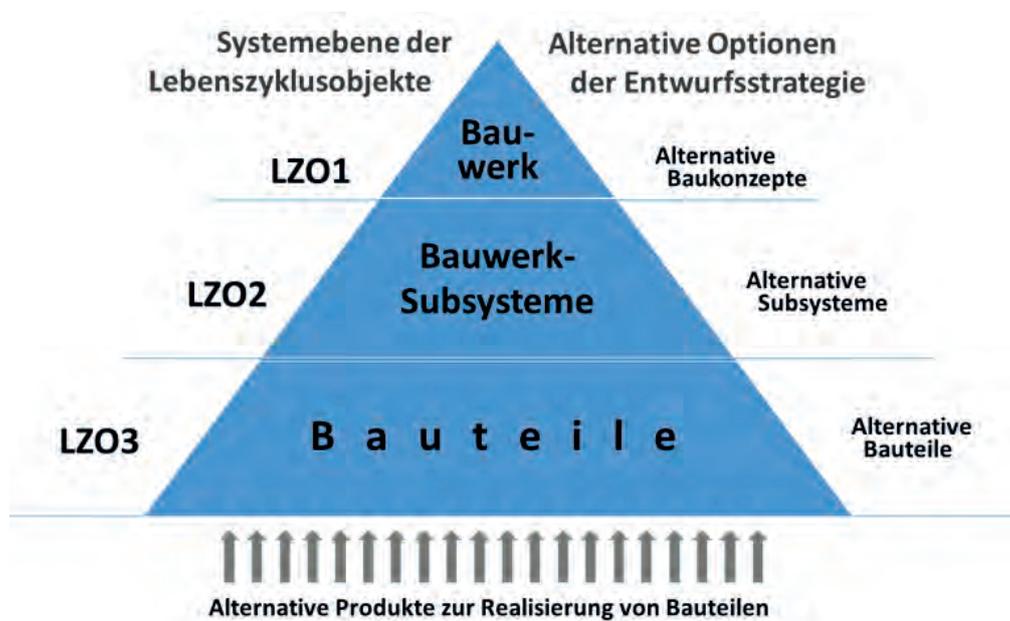


Abb. 3-2 Die Systemebenen der Lebenszyklusobjekte korrespondieren mit Entwurfsstrategien [Quelle: H. Balck]

3. Kostenbegriffe und Kostensystematik im Lebenszyklusansatz

Lebenszykluskosten von bauwerkbezogenen Lebenszyklusobjekten (LZO)

LZO 1 Bauwerk		LZO 2 Bauwerksteil z.B. Aufzug		LZO 3 Bauteil z.B. Tür	
LZO- Erstkosten	LZO- Folgekosten	LZO- Erstkosten	LZO- Folgekosten	LZO- Erstkosten	LZO- Folgekosten
Bauwerk- Investitions- kosten nach DIN 276 (HOAI 1-9)	Aggregierte Nutzungs- kosten nach DIN 18960 + Kosten für Sanierung/ Moderni- sierung nach DIN 276 + Kosten für Bauwerk- abbruch / Entsorgung nach DIN 276	Aufzug Investitions- kosten nach DIN 276 (HOAI 1-9)	Jährliche Nutzungs- kosten Aufzüge nach VDI 2067 + Erneuerungs- kosten Aufzüge nach DIN 276 + Kosten Rückbau / Entsorgung nach DIN 276	Türen Investitions- kosten nach DIN 276 (HOAI 1-9)	Jährliche Nutzungs- kosten Türen nach DIN 18960 + Erneuerungs- kosten Türen nach DIN 276 + Kosten Rückbau / Entsorgung nach DIN 276

Abb. 3-3 Erstkosten und Folgekosten als „Kosten-Dipole“ auf den 3 Systemebenen der Lebenszyklusobjekte [Quelle: IPS]

Die Zuordnung von Folgekosten zu den Systemebenen der Lebenszyklusobjekte (LZO1 / LZO2 / LZO3) und die weitere Differenzierung der LZO3-Systemebene in einer erweiterten DIN 276-Leitstruktur hat darüber hinaus folgende Vorteile:

- Die Orientierung an Lebenszyklusobjekte ermöglicht die Auswahl solcher Nutzungskosten aus der DIN 18960, die „objektrelevant“ sind.
- Differenzierung von Bauteilen, die Folgekosten haben und von Bauteilen, die keine Folgekosten haben.
- Ausweisen von „Ökonomisch-Strategischen Bauteilen“, d. h. von Bauteilen mit überproportional hohen Folgekosten.
- Zuordnen alternativer Produkte zu ausgewiesenen Strategischen Bauteilen, um ggf. durch vertretbare Mehrkosten (je Bauteil) attraktive Einsparmöglichkeiten herauszufinden.

Durch bauteilorientierte Strukturierung von Lebenszykluskosten werden Bauwerke als „Konfigurationen von Kostenelementen“ darstellbar. Für Bauherren und Investoren können auf diese Weise Architekten und Ingenieure alternative Konfigurationen erarbeiten, die im Hin-

blick auf die komplexen Anforderungen der Nachhaltigkeit bis in Detailzusammenhänge bewertbar sind.

3.2 Berechnung von Kosten-Dipolen

3.2.1 Planungsmethodische Anforderungen an Kosten-Dipole

Kostenermittlungen investiver Kosten haben sich seit langem in der Kostensteuerung bewährt. Diese Aufgabe der Projektsteuerung ist seit den zurückliegenden 1960er Jahren bekannt. Danach werden bereits in frühen Entwurfsphasen durch Abgrenzung von detaillierten Kostenelementen auf der Bauteilebene je Entwurfsvariante die zugehörigen Baukosten als „Elementekosten“ ermittelt⁴⁴. Um nun in gleicher Weise die damit einhergehenden, durch Bauteileigenschaften bedingten Folgekosten, zu berechnen, werden aber Kostenelemente benötigt, die prinzipiell aus zwei Bestandteilen bestehen: (1) Investive Bauteilkosten und (2) zugehörige Folgekosten – und zwar differenziert für verschiedene Detaillierungsstufen der Planung. Derartig paarweise Kostenermittlungen nennt der Autor „Kosten-Dipole“.

Dieser Ansatz lässt sich durch Hinzunahme von Folgekosten weiterführen. Das erfordert jedoch Bearbeitungsstandards, die auf anerkannte Regularien gestützt sind. Tatsächlich gibt es in den heute verfügbaren deutschen Regelwerken dafür nur heterogene Bausteine⁴⁵. Zur Lösung dieses Strukturproblems wurden nach einer Durchmusterung prozess- und kostenbezogener deutscher Normen und Richtlinien des Bauens Regelwerke ausgewählt, die der methodischen Ausrichtung einer objektbezogenen Planungsoptimierung weitestgehend entsprechen⁴⁶. Anschließend wurde auf dieser Grundlage ein Basismuster konfiguriert, das den Anforderungen der Projektbegleitung genügen musste. Es sollten folgende Bedingungen erfüllt werden:

- Methodologisch kompatible Zusammenstellung der ausgewählten regulativen Bausteine.
- Umsetzbarkeit des Basismusters in einen allgemein verwendbaren Standard für Rechenmodelle für Lebenszykluskosten.

⁴⁴ Möller (1996).

⁴⁵ Die zur Ermittlung von Lebenszykluskosten in den Regularien des DGNB bzw. BNB festgelegten Berechnungsschritte kommen zwar den hier geforderten Anforderungen sehr nahe, müssen aber hinsichtlich einer konsequenten Bauteilorientierung erweitert werden.

⁴⁶ Vgl. ZukunftBAU Balck (2012).

3. Kostenbegriffe und Kostensystematik im Lebenszyklusansatz

Die Aufgabe der Projektbegleitungen bestand darin, ein einheitliches Berechnungsverfahren zu entwickeln, durch das belastbare Wertepaare für Investitions- und Folgekosten darstellbar sind. Dazu mussten allerdings vorab eine Reihe methodischer Regeln und datentechnischer Rechenvorschriften festgelegt werden, um die zuvor beschriebenen Lücken bei der Anwendung gültiger Regelwerke zur Kostenermittlung zu überbrücken oder zumindest abzuschwächen.

Erarbeitet wurde ein softwaregestütztes Mengengerüst aus Kostenpaaren. Dadurch wurde es möglich, mit Hilfe von Variantenrechnungen bestmögliche Dipol-Kostenelemente herauszufinden. Als wichtigste „Stellgrößen“ erwiesen sich alternative Entwurfskonzepte, insbesondere in Form von Bauteilfestlegungen, bzw. die rechnerische Repräsentation von Produkteigenschaften (auf der Basis von verfügbaren Produktinformationen⁴⁷).

Entstanden ist ein komplexes Verfahren, das im Folgenden als Lebenszykluskosten-Modell (LZK-Modell) bezeichnet wird. Dieses Rechenmodell ist in der Sprache der Softwareentwickler eine Beta-Version. Es hat in der Projektbegleitung inzwischen mehrere Anwendungen durchlaufen, bedarf aber weiterhin eingehender Prüfungen und Tests.

Nach der Definition und Abgrenzung von Lebenszyklus-Kostenarten im nächsten Kapitel werden sie anschließend auf die LZO bezogen, sodass eine Kostensystematik entsteht, die es ermöglicht Kosten-Dipole für beliebig differenzierte Objekte auf allen erforderlichen Systemebenen zu bilden.

Abgrenzung und Strukturierung von ausgewählten Lebenszyklus-Kostenarten im LZK-Modell

Eine zumindest strukturelle Lösung der zuvor dargestellten Probleme ermöglicht eine weitgehende Orientierung an der VDI 2067 „Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen“ in Verbindung mit dazu kompatiblen VDI Richtlinien und AMEV Regelwerken (vgl. Kap. 3.2.4). Da es für Baukonstruktionen dazu keine Entsprechungen gibt, werden im vorgeschlagenen LZK-Modell für baukonstruktive Subsysteme und Bauteile die gleichen prozessbezogenen Kostenarten wie für die Gebäudetechnik zugrunde gelegt. Die in den Projektbegleitungen durchgeführten Ermittlungen haben gezeigt, dass solche Analogien möglich sind, aber auch

⁴⁷ Die Bedeutung von Produktinformationen zur Unterstützung der Entscheidungsfindung in Beschaffungsprozessen wurde im ZukunftBAU-Projekt „Lebenszyklusorientierte Produktinformationen“ behandelt – vgl. ZukunftBAU Balck (ev. 2015).

weitere methodische Entwicklungen erfordern. Ein Sonderfall ist die Kostenkategorie „Reinigung“, die überwiegend für Bauteile bei Baukonstruktionen auftreten, aber klassisch immer schon als Wartungsleistungen für technische Anlagen definiert sind.

3.2.2 Berechnung der Energiekosten

Berechnung thermischer Folgekosten

Für die Berechnung des thermischen Energiebedarfs von Gebäuden hat sich nach den Vorgaben der EnEV eine eigenständige Softwaregattung im Markt etabliert. Die Anwendung dieser Software ist zur Erfüllung der EnEV anerkannt. Diese Berechnungswerkzeuge haben allerdings Nachteile in der Genauigkeit der Bedarfsermittlung. Wesentlich komplexer in den Berechnungsansätzen und auch genauer sind thermodynamische Computersimulationen. Sie wurden im vorliegenden Forschungsprojekt ausschließlich als Bestandteil des LZK-Rechenmodells eingesetzt.

Zu dieser nur auf Kostenbegriffe ausgerichteten Gliederung sind die in der Forschungsbegleitung verfolgten baulichen und anlagentechnischen Möglichkeiten der Berücksichtigung energetischer Gewinne hinzugekommen. Für die Erfassung solcher Gewinne in Modellrechnungen sind dafür zwei Fälle zu betrachten:

Energetische Gewinne ohne Verrechnung

- Thermische Gewinne, die im Zusammenwirken von Anlagenketten auftreten – z. B. Nutzung von Umweltenergie durch Wärmepumpen, Solarthermie.
- Nutzung passiver Umweltenergie durch das Zusammenwirken baukonstruktiver Systeme und Bauteile – z. B. Solareinträge in der Gebäudehülle, kombiniert mit Speicherwirkungen massiver Bauteile.
- Erzeugung von Strom durch Anlagen, die im Bauwerk integriert sind – z. B. Photovoltaische Anlagen – unter der Voraussetzung, dass keine Einspeisung ins Netz erfolgt (Gegenteil s. u.).
- Nutzung von Abwärme – z. B. aus produktionstechnischen Anlagen, Abwärme durch Computer.

Thermische Gewinne wurden nur im Rahmen von thermodynamischen Computersimulationen abgebildet und als Gesamtverbräuche den Bauwerken zugeordnet. Allerdings wurde die Darstellung im LZK-Modell nicht für einzelne Anlagen (LZO2-Ebene) ausgewiesen.

Keine Zuordnung des ermittelten Wärmebedarfs zu Bauteilen

Der Heizwärmebedarf wird im beschriebenen Simulationsverfahren, wie in den EnEV-bezogenen Berechnungsverfahren, für das gesamte Bauwerk ermittelt. Eine Zuordnung auf Einzelbauteile erwies sich aufgrund der komplexen physikalischen Wechselwirkungen der Bauteile (besonders Bauteile der Gebäudehülle und Speicherwirkungen von Innenbauteilen) als nicht praktikabel. D. h. die Prognose des thermischen Energieverbrauchs von Gebäuden kann nicht aussagefähig additiv auf der Basis separierbarer Verbrauchseffekte nach Bauteilen berechnet werden.

Stromverbrauch Aktiver Bauteile

Zur Prognose des Betriebes elektrisch betriebener Bauteile wurde in den Projektbegleitungen ein Ermittlungsweg erprobt, der in der Fachwelt bisher nicht etabliert ist. Entsprechend der Ökodesign-Richtlinie der Europäischen Kommission, die seit 2009 in Kraft ist und im November 2011 in deutsches Recht umgesetzt wurde, stehen generell stromverbrauchende Geräte, Einrichtungen und zugehörige Komponenten auf dem Prüfstand der Nachhaltigkeit. Für die Gebäudewelt betrifft dies zurzeit vor allem elektrische Antriebe in Lüftungsgeräten (Ventilatoren) und in Heizungsanlagen. Seit 2012 gehören dazu auch Leuchtmittel. Vor diesem Hintergrund wurde in den Projektbegleitungen eine Durchmusterung vorgenommen, nach der alle energiebetriebenen Bauteile hinsichtlich ihrer Leistungsaufnahme erfasst wurden und mit angenommenen Zeitmodellen der jeweils resultierende jährliche Strombedarf errechnet wurde. Da es sich bei allen erfassten Komponenten um Stromverbrauch handelt, der erforderlich ist, um die Funktion der Bauteile zu ermöglichen, wurde zusammenfassend dafür die Bezeichnung „Aktive Bauteil“ gewählt. Für die Art dieses Energieverbrauchs wurde aber kein einheitlicher Begriff gefunden. Am nächsten kommt die Bezeichnung „Hilfsenergie“, wie sie in der DIN V 18599 festgelegt wird.

Im UBA-Projekt bestand das gesamte Planungsziel darin, nicht nur den Bedarf für thermische Energie, sondern auch den gesamten Bedarf der Elektroenergie durch gebäudeinterne Energieerzeugung abzudecken. Durch umfangreiche Photovoltaikanlagen auf dem Dach ist dieses Ziel auch erreicht worden. Die damit einhergehende zeitweise Einspeisung überschüssiger Elektroenergie in das Netz und damit verbundene Erlöse aus der Bewirtschaftung dieser Anlage sind aber im LZK-Modell nicht betrachtet worden. Hier wurden lediglich Kosten des Betriebes für Photovoltaikanlagen berechnet.

In den Projektbegleitungen wurden in den LZK-Modellen ausschließlich Stromverbrauchs- werte und Kosten auf der Bauteilebene ermittelt. Für eine Modellierung auf der Anlagenebe-

ne gibt es zurzeit keine ausreichenden Werkzeuge, die in das LZK-Modell integriert werden können.

Energetische Gewinne auf Verrechnungsbasis

Fälle energetischer Gewinne in Verbindung mit möglichen Erlösen:

- Wenn durch bauwerksinterne Anlagen erzeugter Strom ins Netz eingespeist wird, sind damit Erlöse verbunden, die zudem steuerpflichtig sind.
- Wenn thermische Energie durch gebäudeinterne Anlagen nicht nur für die bauwerksbezogene Versorgung, sondern auch für andere Nutzer bereitgestellt wird, sind thermische Gewinne mit Erlösen verbunden.

3.2.3 Ermittlung des Wasserverbrauchs

Bei der Berechnung der Wasser- und Abwasserkosten wurde die Anzahl der Wasserarmaturen / Sanitärobjekte aus den Grundrissen herausgelesen und die maximale Durchflussmenge ermittelt. Unter Zuhilfenahme der VDI 1988-3 wurde der Volumenstrom nach Kalt- und Warmwasser aufgegliedert.

Durch Eingabe von typischen Nutzungsprofilen (zeitabhängige Bedarfswerte in Abhängigkeit von zeitbezogenen Raumnutzungen) wurde auf der Grundlage von Erfahrungswerten der Wasserverbrauch⁴⁸ in m³/a berechnet. Nach den projektbezogen vorgegebenen Energiepreisen und Preisen der lokalen Versorger wurden die Wasser- / Abwasser- / Warmwasserkosten ermittelt.

3.2.4 Berechnung der Kosten des Betriebes und der Reinigungskosten

Jahreskostenfaktoren nach AMEV und VDI 2067

Zur Berechnung der Folgekosten durch Prozesse des Betriebes lassen sich für technische Anlagen Folgekostenfaktoren verwenden. In deutschen Regelwerken gibt es dafür zwei anerkannte Quellen:

⁴⁸ Verwendet wurde eine Sammlung von Standard-Nutzungsprofilen, die als Auswertungen bei IPS aus abgewickelten Projekten mit LZK-Analysen ermittelt wurden.

3. Kostenbegriffe und Kostensystematik im Lebenszyklusansatz

- TGA-Kosten Betreiben 2013⁴⁹ – Jahreskostenfaktoren zur Ermittlung der Kosten für das Betreiben technischer Anlagen in öffentlichen Gebäuden.
- VDI 2067⁵⁰ – Wirtschaftlichkeit Gebäudetechnischer Anlagen – Grundlagen und Kostenberechnung.

Beide Quellen haben die gleiche Systematik. Differenziert nach den DIN 276-Kostengruppen für technische Anlagen werden Jahreskostenfaktoren für die in deutschen technischen Regelwerken einheitlich definierten Prozessklassen als Faktoren mit Bezug auf ursprüngliche Investitionskosten bzw. Wiederbeschaffungswerte angegeben:

- Aufwand für Bedienen
- Aufwand für Wartung und Inspektionen
- Aufwand für Instandsetzungen (innerhalb der Nutzungsdauern, ohne Ersatzinvestitionen wie Sanierungen oder Modernisierungen).

In der Erfassungstiefe gibt es allerdings zwischen beiden Quellen einen gravierenden Unterschied. Die AMEV-Werte beziehen sich nur auf die 2. Stelle der 400er Kostengruppe der DIN 276. Dagegen enthält die VDI 2067 differenzierte Angaben für einzelne Bauteile, die in dem hier dargestellten LZK-Modell in der Regel auf der 5. Stelle erfasst wurden. Die damit verbundene wesentlich größere Eindringtiefe in der Berechnung ist für das LZK-Modell insofern von Bedeutung, weil nur mit dem Detaillierungsgrad der VDI 2067 bauteilbezogene Folgekosten realistisch ermittelt werden können. Dazu ein Beispiel: Für die folgekostenkritische Kostengruppe 430 Lufttechnische Anlagen ist der Unterschied der angegebenen Jahreskostenfaktoren im Vergleich zu den VDI-Werten sehr deutlich.

⁴⁹ AMEV (2013).

⁵⁰ VDI 2067 (2012).

	Anlagen	Instandsetzung	Wartung / Inspektion
AMEV	KG 430 Lufttechnische Anlagen	1,1 %	1,26 %
VDI 2067	Ventilator mit Riemenantrieb	3 %	10 %
	Ventilator mit Direktantrieb	2 %	5 %
	Luftführung / Luftkanäle	0 %	2 %

Tab. 3-1 Vergleich der Jahreskostenfaktoren nach AMEV (2013) in der 2. Stelle DIN 276 und VDI 2067 (2012) in der 5.-6.Stelle DIN 276 [Quelle: IPS]

Die Jahreskostenfaktoren der AMEV-Dokumentation enthalten Mittelwerte für die Gesamtheit der Anlagenkomponenten einer Anlagenart. Das sind Komponenten für die Lüftungstechnischen Anlagen, sowohl für wartungs- und instandsetzungsintensive Bauteile (z. B. Ventilatoren) als auch für wartungsarme/ instandsetzungsarme Bauteile wie Lüftungskanäle. Bei AMEV ergeben sich aus der Zusammenfassung Mittelwerte, die von den Werten instandhaltungsintensiver Bauteile um ein Vielfaches geringer sind (Tab. 3-1 Vergleich der Jahreskostenfaktoren nach AMEV (2013) in der 2. Stelle DIN 276 und VDI 2067 (2012) in der 5.-6.Stelle DIN 276 [Quelle: IPS]

). Auswertungen und Vergleichsrechnungen in den untersuchten Bauteilen der erfassten LZK-Modelle ergaben Unterschiede bis zum 20-fachen⁵¹.

Da die zugehörigen Bauteile sich auch in den Investitionskosten erheblich unterscheiden, können AMEV-Mittelwerte also nur für Grobanalysen verwendet werden. Für detaillierte Betrachtungen, insbesondere für den Vergleich unterschiedlicher Strategischer Bauteile (z. B. verschiedene Typen von Ventilatoren) eignen sich nur die VDI 2067-Einzelwerte.

Leider sind – anders als in der AMEV-Übersicht der Jahreskosten – in der VDI 2067 nicht alle technischen Anlagen enthalten. Für das LZK-Modell musste deswegen ein Kompromiss gewählt werden. Da in der VDI 2067 die gesamte Starkstromtechnik, die Fernmelde- und Informationstechnik und auch die Sanitärbereiche fehlen, wurden für ausgewählte, strategisch wichtige Bauteile Jahreskostenfaktoren geschätzt. Parallel wurden durch Sensitivitätsbetrachtungen in der aggregierten Berechnungsstufe der 2. Stelle nach DIN 276 vergleichende Analysen auf Basis der AMEV-Jahreskostenfaktoren durchgeführt.

⁵¹ Vgl. besonders die Tabelle für Bauteile der Gebäudeautomation in der VDI 2067.

3. Kostenbegriffe und Kostensystematik im Lebenszyklusansatz

WEITERFÜHRENDE FORSCHUNGSAUFGABE

Vereinheitlichung und Ergänzung der Regelwerke VDI 2067 und AMEV TGA Kosten 2013 – insbesondere:

- AMEV Daten sind für die Kostengruppe 400 der DIN 276 (Technische Anlagen) und nur in 2-stelliger Tiefe vorhanden.
- Die VDI 2067 umfasst – anders als die AMEV – nicht alle Technikgewerke. Es fehlen Jahreskostenfaktoren für Starkstromanlagen, insbesondere für Leuchten / Leuchtmittel und für Fernmeldetechnik und Informationstechnik, die geschätzt werden müssen.
- Die VDI 2067 hat mit der Unterscheidung von „Bedarfsgebundene Kosten“ (Verbräuche, insbesondere Energieverbrauch) und „Betriebsgebundene Kosten“ (gleichbedeutend mit „Kosten des Betriebens“ bei AMEV) eine Unterscheidung mit zugehörigen Berechnungsverfahren eingeführt, die sich für den Lebenszyklusansatz als methodische Grundlage eignet, wenn man die Anwendungsgrenzen dieser Richtlinie erweitert. Die parallele Ermittlung von Instandhaltungskosten und Energiekosten auf dieselben Anlagen oder Bauteile ist aber methodisches Neuland und erfordert genaue Zuordnungen von Energieverbräuchen zu Effizienzfaktoren der betrachteten Anlagen und Bauteile.
- AMEV Daten sind nur für Technische Anlagen (Kostengruppe 400 der DIN 276) vorhanden. Eine methodische Übertragung für Baukonstruktionen (Kostengruppe 300 der DIN 276) ist nicht vorgesehen aber methodisch möglich, wenn man den in unserer Untersuchung verfolgten Ansatz der „Strategischen Bauteile“ (Kap. 4) verfolgt.

Im Rahmen einer vergleichenden und systematischen Durchmusterung der in öffentlichen Bauwerken vorhandenen Strategischen Bauteile sind auf der Basis der AMEV-Methodik und der Methodik der VDI 2067-Kennwerte für Jahreskostenfaktoren in Form belastbarer Kennwerttabellen zu entwickeln.

Hierbei sollte die derzeitige eigene Gliederungsstruktur der VDI 2067 in eine DIN 276-Struktur überführt werden. Dafür bietet sich als Grundlage das Kennwertsystem TGA-KO an. Die Erweiterung der dreistelligen DIN 276 bis zur 6. Stelle liefert eine geeignete Grundlage für die gesamte Gebäudetechnik. Herausgegeben und gepflegt werden die TGA-KO-Kennwerte von der Staatlichen Vermögens- und Hochbauverwaltung⁵². Da die TGA-KO-

⁵² Siehe TGA-KO (2008).

3. Kostenbegriffe und Kostensystematik im Lebenszyklusansatz

Datensammlung bis zur 6. Stelle auf Basis der DIN 276 die Ermittlung von Investitionskosten unterstützt, könnten auf gleicher Ebene zugehörige Jahreskostenfaktoren die Kosten-Dipole für technisch Strategische Komponenten und Anlagenteile eine integrale Grundlage bilden, um lebenszyklusorientierte Optimierungen in Planungsprozessen, Ausschreibungen und Vergabebeurteilungen zu unterstützen.

Mögliche Ermittlung der Kosten des Betriebes nach Qm-Kennwerten

Allen Folgekosten gemeinsam ist die Verankerung der Berechnungsansätze in abgrenzbaren investiven Kostenpositionen. So bezieht sich die Berechnung von Erneuerungskosten in gleicher Weise wie die Berechnung von Reinigungskosten oder Stromkosten von Beleuchtungseinheiten auf entsprechende Kostenelemente der DIN 276-Leitstruktur (Kap. 3.1.2).

Als Alternative zu investiven Kostenelementen als Bezugsgröße zur Ermittlung der Folgekosten können Folgekosten mit „Nutzungskosten-Kennwerten“ auf der Basis von Flächengrößen verwendet werden⁵³ – z. B. Energiekosten oder Instandhaltungskosten pro qm BGF. Wenn man anstelle investitionsbezogener Elementekosten lediglich die abstrakte Bezugsgröße „qm Gebäudefläche“ einsetzt, hat man zwar den Vorteil eines wesentlich vereinfachten Rechenverfahrens, aber eine Reihe von Nachteilen, die man für den Aufbau eines LZK-Modells abwägen muss:

- Die Berechnung der ermittelten Folgekosten ist auf der Basis von qm-bezogenen Folgekosten-Kennwerten wesentlich ungenauer.
- Der Vergleich alternativer baulicher Lösungen oder alternativer Bauteile ist auf der Basis von qm-bezogenen Folgekosten-Kennwerten in der Regel nicht möglich, weil dafür keine ausreichend differenzierten Kennwert-Sammlungen existieren – oder so ungenau ausfallen, dass eine Beurteilung der Alternativen schwerfällt.
- Wenn „bauteilscharf“ alternative Produkte in der Ausführungsplanung oder im Zuge von Ausschreibungen im Hinblick auf Folgekosten zu bewerten sind, gibt es rechnerisch keine Alternative zur Bewertung von Erstkosten (Preise) und Folgekosten auf der Basis von investitionsbezogenen Kennwerten.

⁵³ Z. B. nach Kennwerten des fm.Benchmarkbericht – Rotermund (2014) oder nach CREIS Immobilien Performance Benchmarking – CREIS (2014).

So lässt sich z. B. für die DIN 276-Kostengruppe 445 Beleuchtung für beliebig ausgewählte Einzelleuchten das jeweilige Verhältnis von investiven Kosten und Folgekosten rechnerisch bis zu einem Genauigkeitsgrad abbilden, dass unterschiedliche Ausführungskonzepte – unter Einbeziehung alternativer Markterzeugnisse – in ausreichender Genauigkeit als Entscheidungsgrundlage darstellt werden können.

Umgekehrt können Einzelbauteile bzw. Produkte in Kostengruppen auf der 3. oder 2. Stelle der DIN 276 zu Kostenschwerpunkten zusammengefasst und dann in der Gesamtproportion der Kostenverhältnisse einer Investition als Optionen für Entscheidungen beurteilt werden.

3.2.5 Berechnung der Erneuerungskosten und Verwertungskosten

Berechnung der Erneuerungskosten

Zu den im investiven Teil des LZK-Modells aufgelisteten Bestandteilen des zu errichtenden Bauwerks werden auf der 5. bzw. 6. Stelle der DIN 276-Leitgliederung aus gültigen Tabellen Nutzungsdauern zugeordnet. Auf dieser Basis entstehen rechnerisch Erneuerungsketten – die „Zyklusprozesse“ abbilden –, in denen Bauteile / Bauwerkteile nach Ablauf der Nutzungsdauern (statistisch) erneuert werden müssen⁵⁴.

Berechnung von Erneuerungskosten⁵⁵ durch Anwendung von Nutzungsdauertabellen

Bauteilbezogene Folgekosten haben zwei grundverschiedene Berechnungsansätze, die von den Zeitintervallen der Bauteil-Nutzungsdauer abhängen:

- Berechnung von Jährlichen Kosten des Betriebes innerhalb der Bauteilnutzungsdauern (z. B. Reinigung, Inspektion, Wartung, Entstörungen u. dgl.).

⁵⁴ Tatsächlich weichen reale Erneuerungszyklen oft erheblich von den Nutzungsdauerwerten der verfügbaren Tabellen ab. Auswertungen umfangreicher Bestandsdaten bei RLT-Anlagen und Aufzügen im ZukunftBAU Projekt „LifeCycle Benchmarking“ haben ergeben, dass solche Abweichungen teilweise so groß sind, dass Tabellenwerte auch als Durchschnittswerte nur einen groben Orientierungswert haben und für realistische Lebensdauer-Prognosen unzureichend sind – vgl. ZukunftBAU Balck (2013).

⁵⁵ Die im LZK-Modell eingeführte Kostenart „Erneuerungskosten“ wird benötigt, um Nutzungsdauerangaben rechnerisch in zyklisch zu ermittelnde Kosten für den Ersatz / Tausch von Bauteilen umzusetzen. In den geltenden Regelwerken wird dieser Kostenbegriff aber nicht genannt. Lediglich die Bezeichnung „Erneuerung“ wird in verschiedenen Quellen verwendet, um damit Ersatzinvestitionen von Instandsetzungen abzugrenzen.

3. Kostenbegriffe und Kostensystematik im Lebenszyklusansatz

- Bauteil-Erneuerungskosten nach Ablauf von Nutzungsdauern der Bauteile und der Entscheidung eines Eigentümers / Betreibers, entsprechende Ersatzinvestitionen vorzunehmen.

Die Festlegung von Nutzungsdauern ist also von zentraler Bedeutung für die Ermittlung von Folgekosten. Allerdings gibt es dafür keine einheitlichen Regelungen. Bei der Durchmusterung und Anwendung der zugänglichen Quellen zeigte sich, dass einzelne Bauteile nicht in allen Tabellen in gleicher Weise behandelt werden. Folglich ist die bauteilabhängige Anwendung von Nutzungsdauerdaten sowohl von dem gewählten Bauteil als von der gewählten Tabelle abhängig.

Verfügbare Nutzungsdauertabellen

Folgende Quellen wurden in einer Datenbank eingepflegt und im Forschungsprojekt verwendet⁵⁶:

- Leitfaden Nachhaltiges Bauen (BBSR 2009)
- Lebensdauer von Bauteilen (BTE – Bund Technischer Experten e.V.) (2008)
- Technische Lebensdauern (ifBOR – Institute for Building Operations Research)
- Lebensdauer von Bauteilen und Bauteilschichten (IEMB – Institut für Erhaltung und Modernisierung von Bauwerken e.V. an der TU Berlin) (2006)
- DIN EN 13779 (2009) Lüftung von Nichtwohngebäuden
- DIN EN 15459 (2008) Energieeffizienz von Gebäuden
- VDI 2067-1 (2012) Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen

Eine Auswertung dieser Tabellen nach min. / max. Durchschnittswerten ist aufschlussreich. Sie ermöglicht dadurch unterschiedliche Rechenläufe mit je verschiedenen Risikoniveaus für die Prognosesicherheit zeitbezogener Kostenermittlungen, wenn man für die Planung von Instandhaltungsbudgets das Maß für unvorhergesehene Kosten in Abhängigkeit zu den angesetzten Erneuerungszyklen betrachtet – d. h. wenn für eine gegebene Instandhaltungsbudgetplanung durch den Ausfall und die notwendige Erneuerung von Bauteilen zusätzliche

⁵⁶ Vgl. die Beurteilung dieser Datenquellen in Stoy (2014). Bemerkenswert ist die in der ZukunftBAU-Studie vorgenommene Einschätzung, dass viele der genannten Quellen nur sehr bedingt aussagefähig sind, insbesondere auch deswegen, weil der Prozess der Datenerhebung und Datenpflege oft erhebliche Mängel aufweist.

Mittel erforderlich werden. Unter der Annahme, dass für die nach den Tabellen ermittelten mittleren Nutzungsdauern Grundlage eines Instandhaltungsbudgets sind, ergibt sich folgende Risiko-Klassifizierung:

HOHES ERNEUERUNGSRISIKO: wenn die angenommenen Nutzungsdauern von Bauteilen im Bereich von Maximalwerten – d. h. im realen Zeitablauf ist die Wahrscheinlichkeit unvorhergesehener Instandsetzungen bzw. Ersatzinvestitionen hoch.

GERINGES ERNEUERUNGSRISIKO: wenn die angenommenen Nutzungsdauern von Bauteilen im Bereich von Minimalwerten liegen – d. h. im realen Zeitablauf ist die Wahrscheinlichkeit unvorhergesehener Instandsetzungen bzw. Ersatzinvestitionen gering.

KG Stelle DIN 276	Bezeichnung	Min.		Max.		Mittel	
		Mittelwert	Median	Mittelwert	Median	Mittelwert	Median
300	Bauwerk - Baukonstruktion	35	30	63	60	48	40
400	Bauwerk - Technische Anlagen	18	15	34	30	26	20
500	Außenanlagen	27	20	47	40	37	30

KG Stelle DIN 276	Bezeichnung	Min.		Max.		Mittel	
		Mittelwert	Median	Mittelwert	Median	Mittelwert	Median
400	Bauwerk - Technische Anlagen	18	15	34	30	26	20
410	Abwasser-, Wasser-, Gas-anlagen	21	15	39	30	39	20
420	Wärmeversorgungsanlagen	20	15	37	30	28	20
430	Lufttechnische Anlagen	12	10	28	25	21	20
440	Starkstromanlagen	17	15	29	30	24	25
450	Fernmelde- und informationstechnische Anlagen	10	10	19	19	14	15
460	Förderanlagen	16	20	38	35	30	30
470	Nutzungsspezifische Anlagen	19	15	42	40	25	20

Tab. 3-2 Auswertung der BBSR-Nutzungsdauertabelle – Datengrundlage: BBSR 2010
[Quelle: IPS]

Die Tab. 3-2 enthält eine Übersicht nach Bauteilklassen, in der die ermittelten min.-/ max.-Werte auf Grundlage der verwendeten Tabellen errechnet wurden. Die Ermittlung dieser unterschiedlichen Erneuerungskosten wurde im LZK-Modell projektbezogen ermittelt.

Erneuerungskosten versus Instandsetzungskosten

Zu den Erneuerungskosten gehören nur die in Kap.2.3.2 abgegrenzten „Instandsetzungskosten 2“, nicht aber die „Instandsetzungskosten 1“ (kleine Instandsetzungen innerhalb der Nutzungsdauern von Bauteilen). Erneuerungskosten werden für hierarchisch gegliederte Lebenszyklusobjekte auf Basis der DIN 276 für eine bestimmte Gliederungsebene und innerhalb eines festgelegten Betrachtungszeitraums ermittelt. Als Gliederungsebenen eignen sich

„Lebenszyklusorientierte Planungsprozesse, Ausschreibungen und Vergaben – Pilotierung in der Projektbegleitung öffentlicher Bauvorhaben“ - Forschungsinitiative ZukunftBAU – Stand 05-2015

3. Kostenbegriffe und Kostensystematik im Lebenszyklusansatz

alle Stellen der DIN 276 und deren Erweiterungen. So lassen sich auf den mittleren Ebenen z. B. Erneuerungskosten für die Bauwerk-Subsysteme „Fassaden“ oder für „Lüftungsanlagen“ abgrenzen. Da die Bestandteile dieser Subsysteme i. d. R. unterschiedliche Nutzungsdauern haben und zudem Sanierungs- oder Modernisierungsentscheidungen für alle (mehr oder weniger gut erhaltenen) Bestandteile einen zeitlichen Schnitt definieren, müssen sinnvolle Zeitintervalle für Erneuerungen im konkreten Einzelfall festgelegt werden. Dadurch ergibt sich eine rechnerische Überlappung, weil in „Erneuerungskosten“ auf der Bauteilebene sowohl Instandsetzungen als auch Teile von Ersatzinvestitionen erfasst werden. Diese Vereinfachung gilt aber ausschließlich für Prognoserechnungen im LZK-Modell⁵⁷.

Im vereinfachten Verfahren werden in der zeitlichen Erneuerungskette je Bestandteil Zykluskosten angenommen, die bei unveränderten Erstkosten mit jährlich gleichen Faktoren der Preisentwicklung als Barwerte für die Anzahl der Zyklen im Betrachtungszeitraum ermittelt werden. Für genauere Prognosen müssten aber je Objekt und je Zyklus für Wiederbeschaffungswerte und Leistungen unterschiedliche Preisentwicklungen beachtet werden. So sind z. B. bei der Gebäudeautomation wie auch bei anderen Branchen der IT-Technologie kontinuierlich die Produktpreise gefallen, aber umgekehrt IT-Servicepreise gestiegen.

Damit verbunden sind auch Effizienzsprünge durch neue Technologien, besonders bei der Energieeffizienz. Ein typisches Beispiel sind derzeit am Markt verfügbare High-Tech-Produkte bei Pumpen, Ventilatoren und Systemen der Gebäudeleittechnik. Das wiederum verlangt bei erhöhten Prognoseanforderungen differenziertere Rechenmodelle für die Nutzungskosten. I. d. R. sind aber für Relevanzbeurteilungen und Vergleichsrechnungen innerhalb von Ausschreibungs- und Vergabeverfahren vereinfachte Verfahren wie oben beschrieben ausreichend, um Vergabeentscheidungen zu begründen. Allerdings sollten Zeitschnitte mit Intervallen, die größer als 30 Jahre sind, nur in begründeten Ausnahmefällen zugrunde

⁵⁷ Eine Erweiterung der baubezogenen Kostenbegriffe durch den Terminus „Erneuerungskosten“ bleibt zu prüfen – als Forschungsaufgabe oder ggf. im Zuge von Updates kostenbezogener Regelwerke.

gelegt werden, da sich mit jedem Erweiterungsschritt des Zeithorizonts der Nutzungs- und Technologiewandel der Vorhersehbarkeit zunehmend entzieht⁵⁸.

Verwertungskosten

Die Verwertungsphase ist die dritte und letzte Phase im Lebenszyklus von Bauwerken / Bauwerksbestandteilen / Bauteilen. Verwertungskosten entstehen durch die Einleitung von Rückbauprozessen und Entsorgungsprozessen. Verwertungskosten sind in keinem Kostenregelwerk definiert⁵⁹. Ausschließlich Verwertungskosten entstehen am Ende der Gesamtnutzungsdauer von Bauwerken oder komplexen Bauwerksbestandteilen, wenn keine Bauteilerneuerungen mehr anfallen.

Das methodische Schlüsselglied in zeitlicher Hinsicht sind Entscheidungen, Nutzungen zu beenden. Wenn dann noch Nutzungspotenzial für die betrachteten Bestandteile eines Bauwerks besteht, geht es um die Gegenüberstellung der ggf. vernichteten Bauteil-Ressourcen gemäß der geschätzten Restlebensdauer zu den Verwertungsmöglichkeiten in der End of Life-Phase nach Rückbau⁶⁰. Das sind Prozesse der Entsorgung, ggf. Möglichkeiten der Aufbereitung und Wiederverwendung und Einmündungen in Prozesse der Kreislaufwirtschaft (Recycling).

Abgrenzung von Erneuerungskosten und Verwertungskosten

Kosten für Rückbau, Entsorgung und Recycling gehören zu den Erneuerungskosten, wenn sie innerhalb von Erneuerungszyklen wiederholt anfallen, um Bauteilfunktionen im hierar-

⁵⁸ Da je nach Gebäudebeschaffenheit und Nutzungsweise auch Zeiträume der „Nicht-Erneuerung“ (Erneuerungsstau / Instandsetzungsstau) auftreten – und im praktischen Gebäudebetrieb auch gewollt sind – kann es sinnvoll sein, solche Maßnahmen zu bündeln. Das reduziert Prozesskosten und verringert Nutzungseinschränkungen. Wenn dies z. B. für technische Anlagen nach einer Instandhaltungsstrategie mit hohen Verfügbarkeitsanforderungen geschieht, müssten zeitlich nicht allzu weit auseinanderfallende Erneuerungszyklen zusammengefasst werden. Das setzt allerdings voraus, dass Betreiber über den je aktuellen Zustand der Anlagenkomponenten ausreichend genaues Wissen haben. Das ist z. B. durch ein bauteilorientiertes LifeCycle Benchmarking möglich, wenn es in kurzen Perioden für erfolgskritische Anlagen durchgeführt wird – vgl. dazu ZukunftBAU / IRB-Forschungsbericht Balck (2013).

⁵⁹ In internationalen Regelwerken für LifeCycle Assessment LCA werden End of Life-Kosten betrachtet. Die Einbindung solcher Kosten ist aber in deutschen Regelwerken des Bauens noch nicht erfolgt.

⁶⁰ Bei großen Erneuerungsmaßnahmen, z. B. bei Fassadenmodernisierungen, sind auch Restwerte gemäß Anlagenbuchhaltung bzw. Marktwertanalysen ausschlaggebend für die Entscheidung, die Nutzung solcher Bauteile zu beenden. Wenn z. B. bei einem angestrebten Verkauf der Immobilie die Erneuerungskosten den Ertrag zu sehr schmälern, kann auch die Weiterführung der Nutzung, also die Verlängerung der Nutzungsdauer, eine rationale Entscheidung sein. Solche Fälle entziehen sich aber der Berechenbarkeit in Langzeitmodellen.

3. Kostenbegriffe und Kostensystematik im Lebenszyklusansatz

chisch übergreifenden Lebenszyklusobjekt zu erhalten – z. B. die Erneuerung von Filtern alle 5 Jahre in einer Lüftungsanlage, die 30 Jahre betrieben wird. Die Entsorgung alter Filter gehört zu den Kosten der Erneuerung von Filtern⁶¹. In solchen Fällen überschneiden sich Verwertungskosten mit Erneuerungskosten.

3.2.6 Module der Kostenmatrix des LZK Modells

Die folgende Systematik ist als Vereinfachung aus den zuvor dargelegten Grundlagen und Berechnungsansätzen hervorgegangen. Die entstandene Ausrichtung zeigt Abb. 3-4 mit weitgehender Anlehnung an die Begriffe und Systematik der VDI 2067. Auf dieser Grundlage wurden als Matrixdarstellung in Tab. 3-3 die in Abb. 3-4 ausgewählten Kostenarten übernommen.

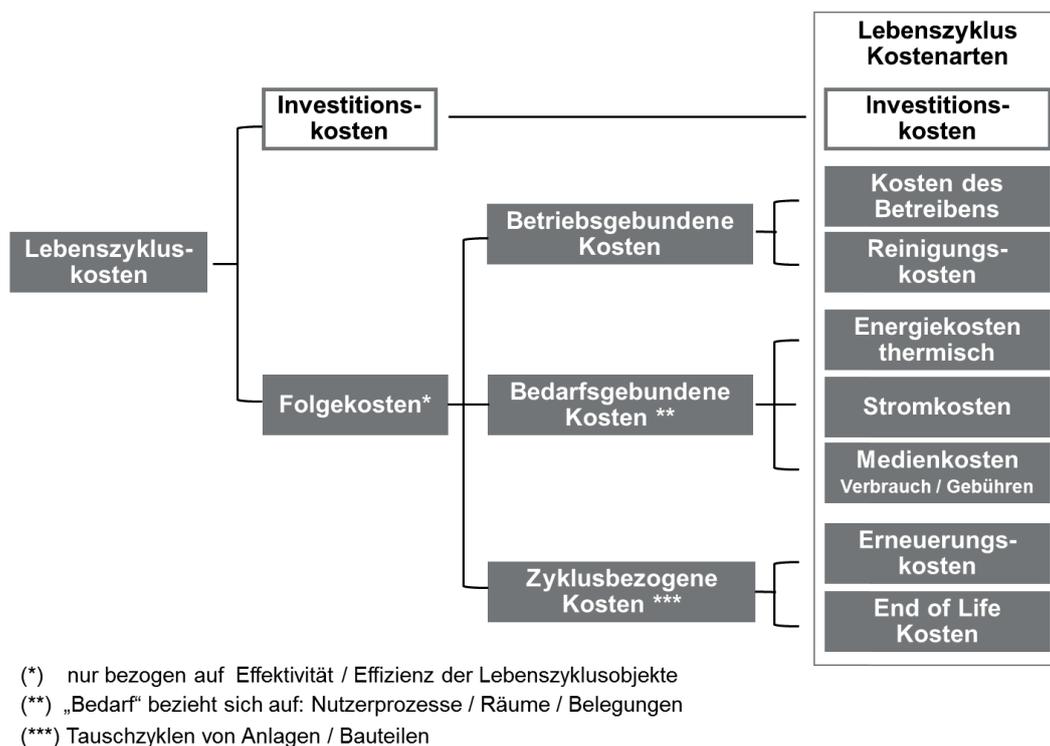
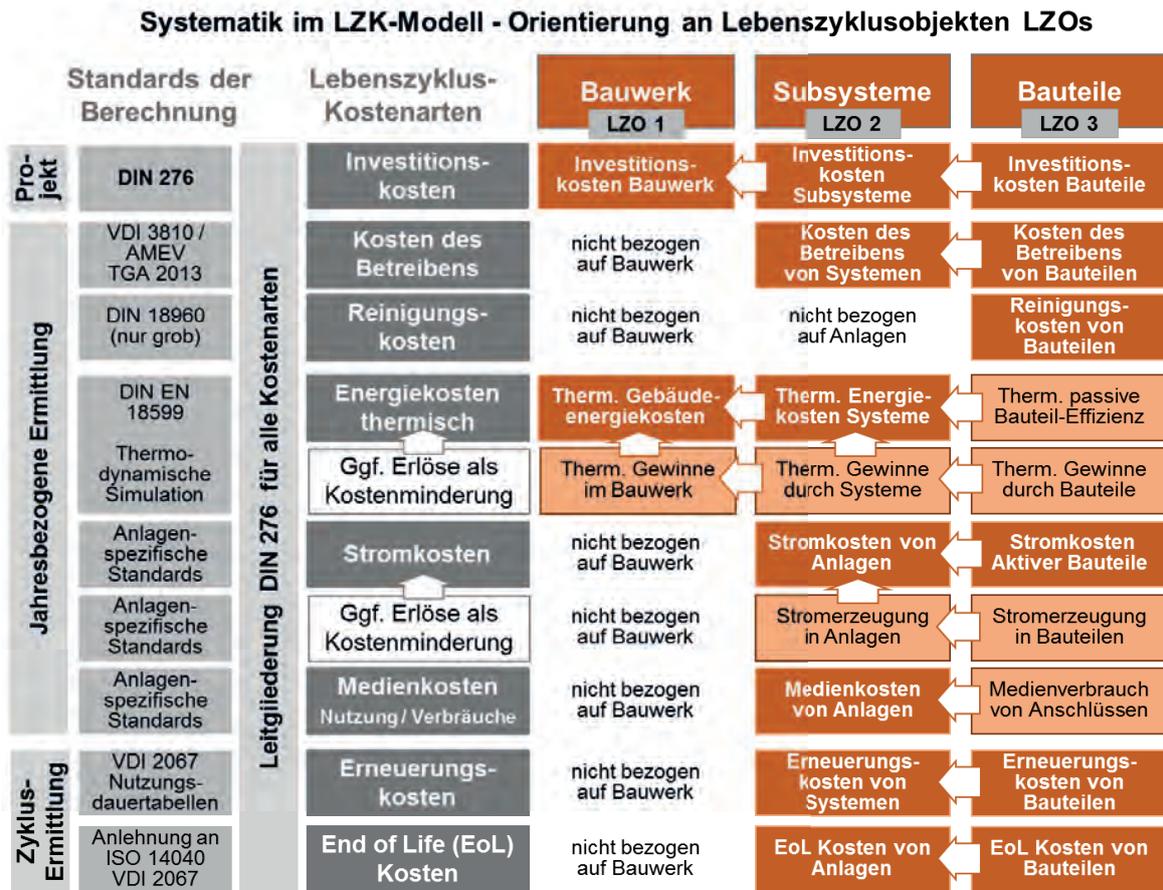


Abb. 3-4 Gliederungssystematik der Lebenszykluskosten in Anlehnung an VDI 2067

⁶¹ Wenn hingegen Kosten für Rückbau, Entsorgung und Recycling im Zuge von Bauteilerneuerungen entstehen, die wiederholt als Erhaltungsaufwand anfallen, handelt es sich zwar der Sache nach auch um Verwertungskosten, aber in der phasenbezogenen Kostenzuordnung werden sie als Erneuerungskosten erfasst.



Tab. 3-3 Kosten-Systematik im LZK-Modell

Entscheidend für die nachfolgende Anwendung dieser Systematik in allen angewendeten LZK-Modellen ist die Zuordnung zu den definierten 3 Systemebenen der Lebenszyklusobjekte. Das sind in aufsteigender Hierarchie Kostenarten für Bauteile / Subsysteme / Bauwerk. Es ergeben sich objektbezogene Kostenarten, die unmittelbar in berechenbare Grobelemente des LZK-Modells übertragen werden können. Die vorgestellte Matrix umfasst somit Module eines möglichen Standardmodells objektorientierter Lebenszykluskosten, das für beliebige Bauvorhaben des Hochbaus anwendbar ist und beispielhaft in den Projektbegleitungen angewendet wurde.

In der folgenden Übersicht werden diese Module in einem einheitlichen Darstellungsprofil vorgestellt: Ermittlungsweg – Zeitbezogene Ermittlung – Datenbasis – Kostensicherheit. Zugeordnet werden die zuvor aufgeführten geeigneten Regelwerke und Daten.

KOSTENPROFIL OBJEKTBEZOGENE INVESTITIONSKOSTEN



Ermittlungsweg

Als Grundlage der Ermittlung werden durch Planer oder Kostenexperten nach der DIN 276 auf der 5. oder 6. Stelle Bauteile (Ebene LZO3) aller relevanten Kostengruppen strukturiert – in der Regel als Untergliederung von KG 300 und KG 400. Die dafür berechneten Bauteilkosten der Investition werden gemäß den Gliederungsebenen der DIN 276 aufsteigend für alle übergeordneten Systemebenen bis zum Bauwerk (LZO3 bis LZO1) Kosten aggregiert.

Zeitbezogene Ermittlung

- Ermittlung ursprünglicher Investitionskosten im Projekt bzw. in der Baumaßnahme.
- Ermittlung von Wiederbeschaffungswerten auf Basis ursprünglicher Investitionskosten im Zuge von Modernisierungen / Erneuerungsmaßnahmen

Datenbasis

Benötigt werden bauteilscharfe Kostenkennwerte. Bewährt haben sich Elementekennwerte von Datendiensten⁶². Nur wenn in frühen Entwurfsphasen auf der Bauteilebene keine ausreichenden Daten verfügbar sind, können vorläufig Kostenermittlungen mit Kennwerten für Grobelemente (z. B. LZO2-Ebene) durchgeführt werden. Sie müssen aber im Zuge erhöhter Planungsgenauigkeit so früh wie möglich durch vollständige Ermittlungen auf der LZO3-Ebene ersetzt werden. Andernfalls fehlt die erforderliche Berechnungsbasis für die nachfolgend beschriebenen Kostenprofile der Folgekosten.

Kostensicherheit

Zu empfehlen sind bauteilbezogene Auswertungen der Planer aus eigenen abgewickelten Projekten, da dann die Vergleichbarkeit besser ist und sich dadurch die Kostenunsicherheit verringert. Das ist vor allem deswegen zu beachten, weil Kostenunsicherheiten bei der Ermittlung von Investitionskosten sich in den Ermittlungswegen der Folgekosten als Fehler-Verkettungen fortsetzen (vgl. Kap. 6.2).

⁶² BKI Baukosten Informationsdienst / Planungs- und Kostendatenmodule der Länder und des Bundes PLAKODA©.

KOSTENPROFIL KOSTEN DES BETREIBENS



Ermittlungsweg

Die Berechnung der Kosten des Betriebs ist der umfangreichste und aufwendigste Teil des gesamten LZK-Modells. Für die Berechnung wurden in Abhängigkeit von den jeweils betrachteten Bauwerksbestandteilen, insbesondere den Bauteilen, zwei grundverschiedene Berechnungswege verfolgt:

- Berechnung nach Jahreskostenfaktoren auf der Basis anerkannter Tabellenwerke. Hierbei wird die im Investitionsmodell ausgewiesene Position des Kostenelementes mit dem zugehörigen Jahreskostenfaktor multipliziert (z. B. die Ermittlung jährlicher Wartungskosten für Bauteile Lüftungstechnischer Anlagen).
- Ermittlung von objektspezifischen Folgekosten auf der Basis von Nutzungsprofilen und Nutzungszeiten. Typische Beispiele sind die Ermittlung von Stromkosten für die Beleuchtung und die Ermittlung von Reinigungskosten für Bodenbeläge oder Glasflächen.

Da im LZK-Modell alle prozessbezogenen Kostenarten auf Lebenszyklusobjekte bezogen werden, werden sie für ausgewählte Lebenszyklusobjekte berechnet und nach DIN 276 Kostenstellen gegliedert. Anders als in den AMEV-Regelwerken wurden dafür aber nicht die zweistelligen Kostengruppen der DIN 276 verwendet, sondern weitgehend bauteilscharfe Zuordnungen gewählt. Dazu war es erforderlich zur Berechnung die VDI 2067 (2012) heranzuziehen. Das führte zu wesentlich genaueren Erfassungen und Kostenprognosen. Allerdings enthält die VDI 2067 keine Berechnungsgrundlagen für Anlagen der Elektrotechnik, für Informations- / Kommunikationstechnik und für Sanitäreinrichtungen. Im LZK-Modell wurden dafür in gleicher methodischer Vorgehensweise rechnerische Annahmen getroffen (s. Datenbasis).

Zeitbezogene Ermittlung

Alle Kosten des Betriebs werden in der Betriebspraxis i.d.R auf der Basis monatlicher Leistungsabrechnungen erfasst. Im LZK-Modell werden diese Kosten jahresbezogen ermittelt.

Datenbasis

Die Berechnungsgrundlage nach den genannten Regelwerken VDI 2067 und AMEV TGA - Kosten Betreiben 2013 sind die seit langem eingeführten Jahreskostenfaktoren. Das sind Prozent-Kennwerte für die vier Grundkategorien des Betriebes: Bedienen / Inspektion / Wartung / Instandsetzung. Diese Faktoren werden bezogen auf die jeweiligen Wiederbeschaffungswerte der Bezugsobjekte. Der große Vorteil dieser Berechnungsweise ist die damit mögliche Detailtiefe bis auf die Bauteilebene – und damit die direkte Zuordnungsmöglichkeit zu DIN 276-Gliederungspositionen.

Die Anwendung der veröffentlichten Jahreskostenfaktoren ist aber nicht unproblematisch – und bedarf dringend einer Weiterentwicklung dieser insgesamt sehr wertvollen Datenbasis:

- Jahreskostenfaktoren nach AMEV sind nur für die 2. Stelle der DIN 276 ausgewiesen. Deren Anwendung auf Bauteile ist aber problematisch, wie der im LZK-Modell immer wieder deutlich gewordene Unterschied zwischen hohen Folgekosten des Betriebes durch Entstörungen, Inspektionen und Wartungen bei „Geräten“ und vergleichbaren funktionsintensiven Bauteilen gegenüber den Bauteilen der Verteilung, z. B. Leitungen, Kanäle, zeigt. Bauteile der Verteilung haben fast immer einen hohen investiven Anteil an den Gesamtanlagen (40 % bis 70 % der gesamten Anlagenkosten bei). Aus diesem Grund lassen sich die statistisch ermittelten Jahreskostenfaktoren nach AMEV nicht ohne weiteres auf die 5. bis 6. Stelle der Anlagengliederung anwenden. Auch hier mussten im LZK-Modell rechnerische Annahmen getroffen werden.
- Die in der VDI 2067 ausgewiesenen Jahreskostenfaktoren für Bauteile waren zwar für die Anwendung im LZK-Modell von großem Wert – allerdings besteht bis heute keine Möglichkeit diese Werte empirisch zu überprüfen⁶³.
- Jahreskostenfaktoren gibt es vollständig für alle 2-stelligen Kostengruppen der DIN 276 nur in den AMEV-Richtlinien. Da in der VDI 2067 die Kostengruppen 410 Abwasser-, / Wasser-, / Gas- / und Feuerlöschanlagen / 440 Starkstromanlagen / 450 Fernmelde- und Informationstechnische Anlagen / 470 Nutzungsspezifische Anlagen / 540 Technische Außenanlagen komplett fehlen, müssen für diese Gewerke

⁶³ Mit dem Forschungspartner Fraport wurde diese Problematik eingehend im Projekt „LifeCycle Benchmarking“ untersucht und diskutiert. Übereinstimmend wurde festgestellt, dass hier dringend Handlungsbedarf besteht und zukünftig auch Daten des Betriebes im eigenen Bestand genauer erfasst und für Auswertungen zugänglich gemacht werden müssen.

auf der Bauteilebene entsprechend grobe Schätzungen / Annahmen getroffen werden

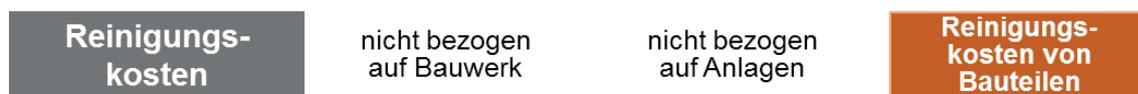
Daraus resultieren für die durchgeführten Berechnungen unvermeidbar, teilweise große Ungenauigkeiten der Prognosewerte. Es wurde darauf ganz bewusst nicht verzichtet, um die „innere Logik“ des komplexen Rechenmodells darzustellen. Dennoch erwies sich das Gesamtergebnis der bauteilscharf ermittelten Kostenprognosen überwiegend als aussagefähig:

- Investiv definierte Kostenelemente haben trotz der Prognoseungenauigkeiten vergleichbare Folgekosten, so dass eine Entscheidung darüber möglich ist, ob sie überhaupt „beschafft“ werden sollen.
- Kosten des Betriebens sind nicht die einzigen Folgekosten, die auf der Bauteilebene dargestellt werden. Oft sind energetische Kosten (z. B. Hilfsenergie) und Erneuerungskosten (z. B. bei kurzen Lebensdauern) identifizierbare Kostentreiber, die bei unterschiedlichen Bauteilvarianten bzw. Produktalternativen in der Gesamtbilanz von Investitionskosten und Folgekosten Planungs- bzw. Beschaffungsentscheidungen in vielen Fällen begründbar machen.

Kostensicherheit

Die Kostensicherheit von Investitionskosten ist abhängig von der Ermittlungsgrundlage. Bei Planern sind dies Erfahrungswerte und Auswertungen aus eigenen Projektabwicklungen oder verwendete Kennwerte⁶⁴.

KOSTENPROFIL REINIGUNGSKOSTEN



Ermittlungsweg

Kosten für „Reinigung und Pflege von Gebäuden“ sind umfassend in der DIN 18960 klassifiziert. Als Untergruppen werden definiert: 3.3.1 Unterhaltsreinigung / 3.3.2 Glasreinigung / 3.3.3 Fassadenreinigung / 3.3.4 Reinigung technischer Anlagen. Entsprechend differenziert werden Kostengruppen 340 Reinigung und Pflege von Außenanlagen.

⁶⁴ Am verbreitetsten sind BKI-Kennwerte – vgl. jährliche Updates des Baukosten Informationsdienstes BKI.

3. Kostenbegriffe und Kostensystematik im Lebenszyklusansatz

Diese Kostenarten sind bauteilorientiert und konnten deswegen im LZK-Modell angewendet werden. Aber anders als in den genannten Regelwerken für technische Gebäudeausrüstungen – VDI 2067 und AMEV-Richtlinien – sind keine Berechnungsvorschriften für Reinigungskosten in der DIN 18960 enthalten. Deswegen muss für bauteilscharfe Berechnungen auf Kalkulationsmethoden der Dienstleister zurückgegriffen werden. In der Projektbegleitung wurden für das LZK-Modell Berechnungsverfahren des Pfiff-Instituts verwendet⁶⁵.

Reinigungskosten werden ausschließlich für relevante Bauteile ermittelt. Reinigungskosten für Subsysteme / Anlagen (LZO2-Ebene) sind ebenso wenig wie das gesamte Bauwerk (LZO1-Ebene) zur Erfassung und Berechnung von Reinigungskosten geeignet.

Zeitbezogene Ermittlung

Im LZK-Modell werden diese Kosten jahresbezogen ermittelt.

Datenbasis

Voraussetzung der bauteilbezogenen Ermittlung von Reinigungskosten ist ein genau ermitteltes Mengengerüst der zu reinigenden Bauteile und Flächen. Dabei ist es erforderlich, je nach Kalkulationsansatz verschiedene Bauteilebenen zu unterscheiden – z. B. Erfassen von Glasflächen, von Rahmenbauteilen. Je nach Reinigungsverfahren ist dieses Mengengerüst zu differenzieren. Z. B. gibt es spezielle Reinigungsverfahren für reinigungsrelevante Solarzellen bei Photovoltaikanlagen. Folglich sind solche Bauteilflächen im LZK-Modell aufzulisten. Die anzusetzenden Kalkulationsdaten sind entweder geeignete Kennwerte oder wesentlich genauere Ansätze durch Kalkulationsdaten nach zeitlichem Aufwand bzw. Materialaufwand und Einsatz von Reinigungsmaschinen.

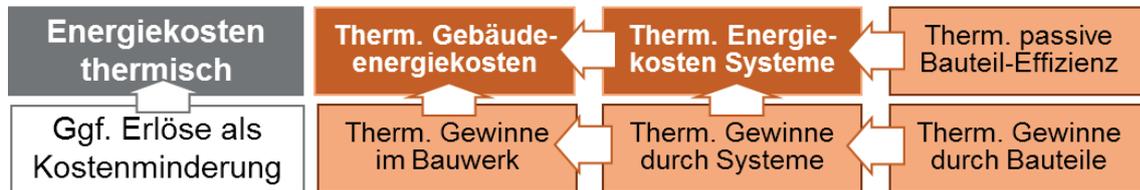
Kostensicherheit

Durch die sehr genaue Erfassung bauteilscharfer Mengengerüste auf der Basis von Entwurfsunterlagen und darauf bezogene Kalkulationsdaten in Verbindung mit Angaben zu Reinigungsverfahren resultiert eine hohe Genauigkeit bei der Prognose von Reinigungskosten. Im Gesamtvergleich aller bauteilbezogenen Kostenermittlungen kann als Ergebnis der Projektbegleitungen festgestellt werden, dass hier der höchste Genauigkeitsgrad erreicht wird – im Extremfall bei Vorliegen exakter Bauteilflächen als Ergebnis der Ausführungsplanung.

⁶⁵ Forschungspartner Dieter Hohmann, Pfiff-Institut für angewandte Gebäudereinigungstechnik.

Umgekehrt entstehen in dem Maße Kostenunsicherheiten, wie in frühen Entwurfsphasen Bauteilflächen nur in vorläufigen Mengenermittlungen vorliegen.

KOSTENPROFIL ENERGIEKOSTEN THERMISCH



Ermittlungsweg

Berechnung thermischer Folgekosten

Zur Ermittlung thermischer Energiekosten wurde in der Forschungsbegleitung für beide Bauvorhaben eine thermodynamische Computersimulation durchgeführt. Verwendet wurde das Softwareprogramm Integral⁶⁶, das sich nach den Erfahrungen des Autors in vielen vergleichbaren Projekten bewährt hat.

Gerechnet wird ein Mehrzonenmodell mit kapazitiven Luftknoten (Räume). In der Berechnung sind nach festzulegenden Zeitschritten zu berücksichtigen:

- Q_{sol} : Solare Gewinne der Zone durch Einstrahlung
- Q_{sp} : Wärmeströme aus bzw. in Speichermassen
- Q_{konv} : Konvektive Wärmeströme
- Q_{int} : Interne Wärmelasten
- $Q_{H,K}$: Wärmezufuhr durch Heizung oder Wärmeabfuhr durch Kühlung
- Q_T : Transmissionswärmeströme
- $c_L \rho_L$: Spezifische Wärmekapazität und Dichte der Raumluft
- V : Raumvolumen
- $\Delta\vartheta / \Delta t$: Temperaturanstieg bzw. -abfall pro Zeitschritt

Das Programm berücksichtigt die Wechselwirkungen von thermischen Eigenschaften der Gebäudehülle und internen Speichermassen wie z. B. massive Wände oder Decken. Zur Ermittlung des Heiz- und Kühlbedarfs werden außerdem Wärmequellen modelliert, wie Wärmeabgabe durch Personen, Geräte unter Berücksichtigung von Präsenzzeiten.

⁶⁶ Software Integral, Delzer Kybernetik GmbH, Lörrach.

3. Kostenbegriffe und Kostensystematik im Lebenszyklusansatz

Zur Ermittlung der vorhandenen bzw. erforderlichen Bauteileigenschaften der Gebäudehülle werden mit hohem Genauigkeitsgrad Wärmeeinträge durch die natürliche Umwelt und Sonneneinstrahlung berücksichtigt. Erfasst werden Abhängigkeiten von der Himmelsrichtung, Lage und Größe transparenter Bauteile und geplanter Sonnenschutz.

Die gleichermaßen bauteilorientierte und anlagenorientierte Erfassungstiefe mit den relevanten Parametern zur Ermittlung energieeffizienter Lösungen ermöglicht Variantenrechnungen für unterschiedliche Bauteileigenschaften und Parameter.

Das oben dargestellte Kostenprofil umfasst alle Ebenen der Lebenszyklusobjekte. Dabei geht es um Wechselwirkungen auf allen Systemebenen. Das muss hervorgehoben werden, weil es sich hier um systemische Zusammenhänge handelt, die in anderen Kostenkategorien nicht auftreten (z. B. gibt es keine entsprechende Wechselwirkung bei den Prozessen des Betriebes). Aus diesem Grund wird im LZK-Modell die rechnerisch ermittelte Energiebilanz – hinsichtlich Kosten und hinsichtlich möglicher überschüssiger thermischer Gewinne – dem Gesamtgebäude (LZO1-Ebene) zugeordnet. Das ist aber keine methodische Bedingung, sondern erfolgte aus Vereinfachungsgründen in den durchgeführten Projektbegleitungen. Nach den Erfahrungen unseres Forschungsteams erscheint dies aber als typischer Fall. Dennoch können unter anderen Bedingungen thermische Bilanzen z. B. für Lüftungstechnische Anlagen oder Wärmeversorgungsanlagen separiert werden.

Zeitbezogene Ermittlung

Im LZK-Modell werden diese Kosten jahresbezogen ermittelt.

Datenbasis

Die Datenbasis hat im Vergleich mit allen anderen Kostenermittlungen im LZK-Modell das höchste Niveau an modellierter Komplexität. Die Datenbasis ist prinzipiell abhängig von der Art der verwendeten Software. Wenn z. B. der Heizwärmebedarf nach EnEV berechnet wird ändert sich die Datenbasis zwar nur im geringen Umfang, es ergeben sich aber in der Regel Bedarfswerte, die oft um den Faktor 2 bis 3 größer sind als bei thermodynamischen Simulationen. EnEV-Berechnungen sind in den Projekten von Fachplanern durchgeführt worden, aber nicht in dem LZK-Modell ausgewiesen.

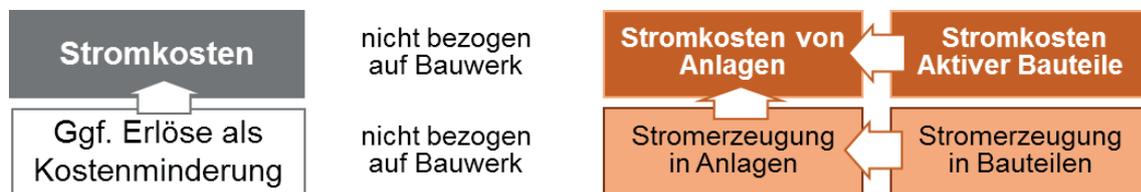
Nach den Erfahrungen des Forschungsteams sind EnEV-Berechnungen für Optimierungen nur bedingt geeignet, weil sie ungenauer sind und wichtige Parameter der Energieeffizienz

nicht berücksichtigen⁶⁷. Empfohlen werden deswegen für Optimierungen energetischer Folgekosten grundsätzlich thermodynamische Computersimulationen.

Kostensicherheit

Bei der Verwendung thermodynamischer Simulationen ist von einer hohen Ermittlungsgenauigkeit auszugehen. Aus Erfahrungen in zahlreichen Beratungsprojekten, in denen nach durchgeführten Planungsoptimierungen im anschließenden Monitoring der Betriebsphase prognostizierte Kosten und gemessene Kosten verglichen werden konnten, ergab sich eine weitgehende Übereinstimmung⁶⁸.

KOSTENPROFIL STROMKOSTEN



Ermittlungsweg

Zur Prognose des Betriebes elektrisch betriebener Bauteile wurde in den Projektbegleitungen ein Ermittlungsweg erprobt, der in der Fachwelt bisher nicht etabliert ist. Entsprechend der Ökodesign-Richtlinie der EU-Kommission, die seit 2009 in Kraft ist und im November 2011 in deutsches Recht umgesetzt wurde, stehen generell stromverbrauchende Geräte, Einrichtungen und zugehörige Komponenten auf dem Prüfstand der Nachhaltigkeit. Für die Gebäudewelt betrifft dies zurzeit vor allem elektrische Antriebe in Lüftungsgeräten (Ventilatoren) und in Heizungsanlagen. Seit 2012 gehören dazu auch Leuchtmittel.

Kostensicherheit

Das Ergebnis der Ermittlungen von Stromverbrauchswerten für „Aktive Bauteile“ kann im Rahmen des vorliegenden Forschungsberichts nur als methodischer Ansatz gewertet werden. Die ermittelten Rechenwerte sind sozusagen „Platzhalter“ für reale Werte, für die derzeit noch keine ausreichend genauen Simulationsmodelle verfügbar sind. Die vorliegenden, ermittelten Einzelwerte waren für alle Beteiligten des Forschungsteams überraschend. Hier

⁶⁷ Es fehlen Modellierungen der Speicherwirkung massiver Bauteile und ausreichend genaue Modellierungen von thermischen Gewinnen durch Sonneneinstrahlung.

⁶⁸ Das bestätigen auch Validierungen des Softwareentwicklers Siegfried Delzer, Delzer Kybernetik GmbH.

3. Kostenbegriffe und Kostensystematik im Lebenszyklusansatz

besteht erheblicher Forschungsbedarf, der auch von Prof. Dr. Becker, Hochschule Biberach bestätigt wurde (vgl. Kap. 7.6.2).

KOSTENPROFIL MEDIENKOSTEN



Medienkosten wurden in den LZK-Modellen ausschließlich für den Wasserverbrauch ermittelt. Nicht untersucht wurden gebührenbezogene Kosten wie z. B. für Telefonanlagen, Datendienste u. dgl.

Ermittlungsweg

Als Grundlage zur Ermittlung des Wasserverbrauchs wurde ein Mengengerüst der Wasserentnahmestellen auf der Basis der Raumlisten zusammengestellt. Nach Zuordnung zeitbezogener Entnahmehäufigkeiten ergaben sich im Rechenmodell prognostizierbare Verbrauchsmengen.

Zeitbezogene Ermittlung

Im LZK-Modell werden diese Kosten jahresbezogen ermittelt.

Datenbasis

Siehe Ermittlungsweg.

Kostensicherheit

Das Mengengerüst der Entnahmestellen ist abhängig von der raumbezogenen Festlegung hinsichtlich vorgesehener Nutzungen. Aufgrund von Erfahrungswerten des Wasserverbrauchs in Personalbereichen, WC-Bereichen u. dgl. ist die erzielbare Prognosegenauigkeit relativ hoch.

KOSTENPROFIL ERNEUERUNGSKOSTEN



Ermittlungsweg

Die Bezeichnung „Erneuerungskosten“ ist in gültigen Regelwerken nicht eingeführt. Dabei handelt es sich um Kosten, die sowohl „Ersatzinvestitionen“ betreffen als auch Kosten für Bauteile im Tauschzyklus nach Beendigung von Nutzungsdauern. Als belastbares Regelwerk diente die VDI 2067. Dort werden Ersatzinvestitionen allerdings dem gesamten „Wirtschaftsgut“ zugeordnet, wie dies auch in der Betriebswirtschaftslehre üblich ist. Eine Abgrenzung zwischen den Kompletterneuerungen von Anlagen und der Einzelerneuerung von Anlagen/ Komponenten ist aber im LZK-Modell nicht darstellbar. Das liegt an der rechnerischen Verankerung von Erneuerungszyklen, wie sie in verfügbaren und anerkannten Nutzungsdauertabellen vorgegeben sind. Wie auch im DGNB-/ und BNB-Bewertungssystem festgelegt wurde, haben die Nutzungsdauertabellen der VDI 2067 dafür die höchste Priorität. Sie wurden durchweg für die Festlegung von bauteilbezogenen Erneuerungszyklen in den LZK-Modellen der Projektbegleitungen eingesetzt.

Zeitbezogene Ermittlung

Erneuerungskosten für Bauteile fallen an, wenn Nutzungsdauern beendet werden (z. B. durch Verschleiß, Schäden oder im Zuge von Modernisierungen). Entsprechend erfolgt die Rechnung auf der Basis von Nutzungsdauertabellen.

Datenbasis

Für die Ermittlung von Erneuerungszyklen auf der Bauteilebene wurden im deutschsprachigen Raum eine Reihe von gängigen Tabellenwerken gefunden und im Rahmen des Forschungsprojekts in einer Datenbank gesammelt und vergleichbar gemacht. Die in den meisten Tabellen verwendete Spreizung von Mindestwerten, Mittelwerten und Maximalwerten wurden darin rechnerisch zusammengestellt. Daraus ergaben sich je Bauteil für alle drei Zeitwerte jeweils Median- und Durchschnittswerte. Auf dieser Grundlage konnten unterschiedliche Variantenrechnungen und Sensitivitätsanalysen durchgeführt werden.

Die bevorzugte Anwendung der Nutzungsdauertabellen nach VDI 2067 – in denen eindeutige Werte (ohne Min.-/ Max.-Werte) angegeben sind – hat aber nach Vorliegen zahlreicher Auswertungen der LZK-Modelle zu verschiedenen Fragen geführt:

„Lebenszyklusorientierte Planungsprozesse, Ausschreibungen und Vergaben – Pilotierung in der Projektbegleitung öffentlicher Bauvorhaben“ - Forschungsinitiative ZukunftBAU – Stand 05-2015

3. Kostenbegriffe und Kostensystematik im Lebenszyklusansatz

- Welche Erfahrungswerte aus der Betreiberpraxis entsprechen den Tabellenwerten?
- Sind die ursprünglichen Betriebsdaten, die zu den Tabellenwerten geführt haben, zugänglich und überprüfbar?
- Welche Ungenauigkeiten sind mit der Anwendung der verfügbaren Daten verbunden? (s. u.)

Auch die Mitglieder der begleiteten wissenschaftlichen Arbeitsgruppe stimmen mit unserem Forschungsteam darin überein, dass hier erheblicher Forschungsbedarf besteht⁶⁹.

Kostensicherheit

Analysen der in einer Datenbank eingepflegten Nutzungsdauertabellen machen erkennbar, dass zwischen den angegebenen Minimalwerten und Maximalwerten quer durch alle Bauteil-Kostengruppen durchschnittliche Größenunterschiede mit dem Faktor 2 bestehen. Das bedeutet eine hohe Unschärfe der Ermittlung von Erneuerungskosten !

KOSTENPROFIL END OF LIFE-KOSTEN



Ermittlungsweg

Die methodische Orientierung für End of Life-Kosten ist in der DIN EN ISO 14040 im Kapitel „Produktlebensweg“ beschrieben. Konkrete Berechnungswege für End of Life-Kosten von Anlagen oder Bauteilen sind aber in den heute gängigen Regelwerken nicht verfügbar. Im Lebenszyklus-Kostenmodell wurden aus diesem Grund keine durchgängigen Ermittlungen vorgenommen. Lediglich für ausgewählte Baukonstruktionen und Bauteile im UBA-Projekt konnten Erfahrungen und Kostenermittlungen für Rückbau- und Entsorgungskosten bewertet und als Optimierungsgrundlage verwendet werden (s. Kap. 7.5)⁷⁰.

⁶⁹ Der Forschungspartner Fraport aus dem Projekt „LifeCycle Benchmarking“ bestätigte unserer Forschungsgruppe, dass auch die aktuell für Modernisierungen und Neubauten anstehenden Budgetplanungen aufgrund der unsicheren Nutzungsdauertabellen ein hohes Maß an Ungewissheit beinhalten. Zurzeit gibt es aber dazu keine alternativen Berechnungsgrundlagen.

⁷⁰ Die Ausarbeitungen wurden von Dipl. Ing. Nicolas Kerz, BBR geleitet und mit den beteiligten Planern umgesetzt. Die vorliegenden in Kap. 7.5.2 dokumentierten Einzelergebnisse machen deutlich, dass hier in zukünftigen LZK-Modellen Aspekte wie Rückbau / Entsorgung / Recycling stärker zu beachten sind.

Zeitbezogene Ermittlung

Erneuerungskosten für Bauteile fallen an, wenn Nutzungsdauern beendet werden (z. B. durch Verschleiß, Schäden, im Zuge von Modernisierungen). Entsprechend erfolgt die Rechnung auf der Basis von Nutzungsdauertabellen. Dafür gibt es zwei Fälle: Erster Fall: Verwertungskosten (Rückbau, Entsorgung) für demontierte Bauteile und nachfolgenden Bauteilersatz. Zweiter Fall: Verwertungskosten (Rückbau, Entsorgung) für demontierte Bauteile ohne nachfolgenden Bauteilersatz.

Datenbasis

Die wichtigste Datenbasis für die Beachtung von Rückbau- und Entsorgungsmaßnahmen sind produktbezogene EPDs⁷¹. Bis heute fehlen aber Kenndaten für systematische Kostenermittlungen. Auch hier wäre eine Orientierung von bauteilorientierten End of Life-Kosten nach der DIN 276 zu empfehlen.

Kostensicherheit

Aufgrund der noch unentwickelten Datenbasis ist eine Kostensicherheit nur in Einzelfällen in vertretbarem Umfang möglich. Erschwert werden End of Life-Kosten aber immer durch die außerordentlichen Zeitperspektiven in mehreren Jahrzehnten.

3.2.7 Zeitbezogene Gliederung der Lebenszykluskosten

Gemäß den zuvor dargestellten zeitbezogenen Ermittlungen je Lebenszyklus-Kostenart lassen sich Lebenszykluskosten in drei zeitbezogene Kostenblöcke unterscheiden (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**):

- Projektbezogen ermittelte Investitionskosten
- Jahresbezogen ermittelte Folgekosten
- Zyklusbezogen ermittelte Folgekosten (bezogen auf Erneuerungszyklen)

Ein Vergleich dieser Kostenblöcke macht strukturelle Gemeinsamkeiten aber auch wesentliche Unterscheide erkennbar. Aufgrund der Leitgliederung ist der Gesamtzusammenhang in allen Kostenblöcken die Strukturierung nach Bauwerk-Bestandteilen gemäß DIN 276. Am

⁷¹ Die in umfangreichen Dokumentationen des Bundes verfügbaren EPDs (Environmental Product Declarations) wie Ökobau.dat / WECOBIS eröffnen ein umfangreiches Optimierungspotenzial in ökologischer Perspektive.

stärksten ist diese Gemeinsamkeit zwischen der Kostenstruktur projektbezogen erfasster Investitionskosten und den auf dieser Datengrundlage abgebildeten zyklusbezogenen Ermittlungen von Erneuerungskosten bzw. End of Life-Kosten. Hier kann in zeitlicher Streckung von einer 1:1 Abbildung gesprochen werden. Ganz anders sieht aber die Kostenstruktur bei den jahresbezogen ermittelten und berechneten Folgekosten aus.

Jahresbezogen ermittelte Folgekosten

Für die Projektbegleitungen wurden dafür nach Auswertungen aller berechneten Prognosedaten Sektor-Diagramme dargestellt (Kap.6.2). Zwar sind die parallel dargestellten Berechnungsergebnisse aufgrund sehr verschiedener Bauwerkeigenschaften zufällig. Tatsächlich sind aber die dargestellten Werte in den Größenordnungen vergleichbar und spiegeln einen generellen Trend für energiesparendes Bauen.

- Sowohl das UBA-Projekt (anspruchsvoller Büroneubau) als auch das WES-Projekt (anspruchsvoller Schulneubau) wurden als Passivhäuser geplant – in Verbindung mit dem Einsatz hochwertiger Gebäudetechnik.
- Die ermittelten energetischen Jahreskosten für thermische Energie liegen zwischen 3 % und 6 % der gesamten jahresbezogenen Kosten. Zum Vergleich: Bei Benchmarks für ältere Büro- und Schulgebäude, die nicht nach heutigen energetischen Effizienzanforderungen errichtet wurden, liegt der Anteil thermischer Energie an den Jahreskosten bei ca. 20 bis 30 %.
- Die Darstellung des bauwerksinternen Stromverbrauchs (ohne Nutzerverbrauch) wird verursacht durch zahlreiche Bauteile / Komponenten, die für ihre Funktion Energie benötigen (vgl. „Energiebetriebene Produkte“ gemäß der Ökodesign-Richtlinie). Die Aufsummierung dieser Werte – als Verbrauch „Aktiver Bauteile“ liegt zwischen 18 % und 19 %. Im Vergleich zur thermischen Energie sind diese Werte erstaunlich – denn sie spiegeln eine Kehrseite der Effizienzstrategien, die nur auf thermische Effizienz ausgerichtet ist⁷².
- Die Werte für Reinigung mit 16 % und 20 % liegen innerhalb bekannter Größenordnungen des Benchmarkings im Facility Management.

⁷² Die ermittelten Prognosewerte sind aufgrund unzureichender Berechnungswerkzeuge zurzeit noch nicht belastbar. Sie spiegeln aber eine beachtliche Größenordnung, die einen systematischen Vergleich alternativer „energiebetriebener Produkte“ als Betätigungsfeld für die Produktauswahl anzeigt.

- Der mit Abstand größte Teil der jahresbezogenen Kosten umfasst die Aufwendungen für das Betreiben (Bedienen + Instandhaltung). Darin entfällt der weitaus größte Teil der Jahreskosten auf Inspektionen, Wartungen und Instandsetzungen. Fragt man weiter, welche Bauteile in welchen Kostengruppen diese Kosten des Betriebes verursachen, dann wird ein Sachverhalt erkennbar, der für zukünftige Strategien des nachhaltigen Planens und Bauens von großer Bedeutung ist: Es sind die Bauteile / Subsysteme der technischen Gebäudeausrüstung, die den weitaus größten Anteil der Instandhaltungskosten verursachen.

Auch wenn die ermittelten Zahlen zufällig sind, kann davon ausgegangen werden, dass die errechneten Werte Tendenzen zum Ausdruck bringen, die für zukünftiges energieeffizientes Bauen beachtet werden müssen.

Zyklusbezogen ermittelte Erneuerungskosten

Für die auf der Basis von Erneuerungszyklen gemäß Nutzungsdauertabellen errechneten Folgekosten ergeben in den Auswertungen der LZK Modelle entlang der Zeitachse treppenähnliche Verläufe (Anhang A2-2). Auch wenn diese Prognosen noch unsicherer sind, als die zuvor beschriebenen jahresbezogenen Folgekosten, verdeutlichen sie den methodisch zentralen Stellenwert der „Bauteilorientierung“ für Optimierungsansätze im nachhaltigen Bauen. Tatsächlich ist die Berechnung gemäß den Tabellenwerten „bauteilscharf“, weil auch in der betrieblichen Wirklichkeit nicht die Bauwerke als Ganzes für Erneuerungen zu betrachten sind, sondern deren Bestandteile. Das sind entweder „Ersatzteile“ oder komplexe erneuerungsbedürftige Bauteile (z. B. Ventilatoren, Sonnenschutz, Fenster). Aber auch dann, wenn Subsysteme im Zuge von Modernisierungen / Sanierungen erneuert werden, handelt es sich – zumindest rechnerisch – um Erneuerungskosten von Bauteil-Clustern. In jedem Fall sind zu prognostizierende Erneuerungszyklen auf der Bauteilebene relevant.

Werden nun die bauteilgenerierten jahresbezogenen Kosten und die notwendig nur bauteilgenerierten Erneuerungskosten über den gesamten zeitlichen Verlauf der Nutzungsdauer von Bauwerken betrachtet – als Aufsummierung der Kosten auf der LZO3-Ebene zu Gesamtkosten auf der LZO1-Ebene –, dann lässt sich folgern:

Wenn durch konsequente energetische Optimierungen Energiekosten weitgehend verringert werden – im Extrem durch eine „Null-Strategie“ oder eine „Energie Plus Strategie“ –, dann verbleiben als Lebenszykluskosten insgesamt nur „bauteilgenerierte Kosten“.

3.2.8 Rechenregeln im LZK-Modell

Durch die Zuordnung von Kosten entlang der Phasenkette – Investition – Nutzung / Betrieb – Erneuerung – Verwertung – lassen sich im Lebenszyklusansatz wesentlich genauere Optimierungsstrategien verfolgen, als dies mit den bislang einseitig verwendeten investiven Kostenbegriffen der Bauphase möglich ist. So kann mit phasenbezogen differenzierten Folgekosten in LZK-Rechenmodellen im gesamten Spektrum projektspezifischer Bauteile herausgefunden werden, ob sich z. B. jährliche Einsparungen durch Produkte mit höherer Energieeffizienz rechnen. Dann müssen ggf. Mehrkosten der Investition sowohl mit (1) jährlichen Folgekosten (Energie, Instandhaltung u. a.) als auch mit (2) zyklischen Erneuerungskosten, in Abhängigkeit von erreichbaren Nutzungsdauern (Haltbarkeit) und mit (3) Verwertungskosten, in Abhängigkeit von ökologischen Beurteilungen (Rückbaubarkeit, Recyclingpotenzial) verglichen werden.

Betrachtetes Zeitintervall der Kostenberechnung

Zeitschnitte für Berechnungen erfolgen in 10-Jahres-Sprüngen, schwerpunktmäßig für 30 Jahre oder nach BNB und DGNB für 50 Jahre.

Kostenberechnung nach der Barwertmethode mit Preisindizes

Kostenberechnungen können finanzmathematisch statisch oder dynamisch erfolgen. Statische Berechnungen sind immer dann interessant, wenn man monetäre Werte für die Prognose zukünftiger Budgets benötigt. In diesem Fall werden gegenwartsbezogene Kosten mit Preisindizes zum Budgetzeitpunkt hochgerechnet. Ein solcher Berechnungsweg ist mit den vorhandenen Daten des dokumentierten LZK-Modells möglich, wurde aber in den durchgeführten Untersuchungen nicht vorgenommen.

Alle monetären Werte mit Kostenprognosen in 10-Jahres-Schritten wurden nach der klassischen Barwertmethode⁷³ unter Berücksichtigung differenzierter Preisindizes ermittelt. Durch die errechneten Barwerte in der Form „preisdynamischer Barwertfaktoren“⁷⁴ konnten insbe-

⁷³ Für die Berechnung der Barwerte wurden Formeln der VDI 2067 verwendet.

⁷⁴ In der VDI 2067 (Ausgabe 2012) werden „preisdynamische Barwertfaktoren“ im Rahmen der Annuitätenmethode eingesetzt. Die Annuitätenmethode ist allerdings in der vorliegenden Untersuchung ungeeignet, da für die einzelnen Ersatzbeschaffungen unterschiedliche Nutzungsdauern in die Berechnung einfließen und daher, anders als in der Annuitätenmethode, ein für alle Betrachtungen einheitlicher Ansatz der Nutzungsdauer nicht sinnvoll ist. Der in der VDI 2067 verwendete preisdynamische Barwertfaktor ist aber auch für Barwerte mit unterschiedlichen Nutzungsdauern anwendbar.

sondere die Ersatzbeschaffungen für Bauteile auf den jeweiligen Gegenwartswert der im Bauprojekt errechneten investiven Kosten bezogen werden. Für diesen Zweck wurde im Rechenmodell eine Formel entwickelt, die es ermöglicht, für Ersatzbeschaffungen zu beliebigen Zeitpunkten die bis dahin anfallenden Preissteigerungen mit den gegenwartsbezogenen investiven Bezugskosten zu verknüpfen.

In dem entwickelten LZK-Modell wurde die Methode des Vollständigen Finanzplans VoFi⁷⁵ nicht zugrunde gelegt. Das wäre nur dann erforderlich, wenn in konkreten Finanzierungsmodellen auch die Randbedingungen von Darlehenskonditionen, Abschreibungen und anderen Gesichtspunkten der Finanzierung für den Vergleich von Lebenszykluskosten benötigt werden. In dem LZK-Modell wird von solchen individualen Rahmenbedingungen abstrahiert. Die im Folgenden beschriebenen Berechnungswege sind aber als Grundlage geeignet, auch einen VoFi im Einzelfall zu erarbeiten.

Nach dem zuvor dargestellten Schema der prozessorientierten Definition von Folgekosten können für Bauwerke und deren Bestandteile Kosten in Modellrechnungen eindeutig erfasst und in vergleichenden Analysen gegenübergestellt werden.

⁷⁵ Im VoFi geht es um die Ermittlung von Endwerten bezüglich aller Einzahlungen und Auszahlungen in einem betrachteten Zeitrahmen. Dem gegenüber wird im Barwert der zeitliche Anfangswert – als Gegenwartswert – ermittelt. Da im LZK-Modell ausschließlich Anfangswerte aus der Investition mit Folgekosten verglichen werden, ist die Barwertmethode am besten geeignet, diesen Vergleich plausibel darzustellen – vgl. Grob (1989).

4 Strategische Bauteile und Kostengruppen

4.1 Ökonomisch Strategische Bauteile

DEFINITION

Ökonomisch Strategische Bauteile

Bauteile, die aufgrund ihrer Eigenschaften als „Folgekosten-Treiber“ beachtenswerte Folgekosten im laufenden Betrieb generieren, nennt der Autor „Ökonomisch Strategische Bauteile“. Zur Vereinfachung wird im laufenden Text von „Strategischen Bauteilen“ gesprochen. In Kap. 7.5 werden ergänzend „Ökologisch-gesundheitlich strategische Bauteile“ definiert und beschrieben). Deren Identifikation ist durch Analyse und Auswertung der im LZK-Modell dargestellten Kosten-Dipole leicht möglich.

Strategische Relevanz

Der Maßstab für die Relevanz, Bauteile als „ökonomisch strategisch“ herauszustellen, ist die relative Höhe der Folgekosten, die durch diese Bestandteile generiert werden.

Folgende Fragen müssen beantwortet werden, um Strategische Bauteile beurteilen zu können:

FRAGE 1: Welche Bauteile haben welche Nutzungsdauer (ND) ?

Je kürzer die ND – je höher die zyklischen Folgekosten

FRAGE 2: Welche Bauteile generieren welche regelmäßigen Kosten des Betriebes ? – z. B. Bedienen / Inspektionen / Wartung / Reinigung

FRAGE 3: Welche Bauteile generieren welche unregelmäßigen Kosten des Betriebes ? – z. B. Entstörungen / Instandsetzungen

FRAGE 4: Welche Bauteile generieren welche thermischen Energiekosten des Bauwerks ? – z. B. Heizen / Kühlen

FRAGE 5: Welche Bauteile generieren welche Stromkosten in Geräten / technischen Anlagen ? – z. B. Leuchten / Pumpen / Ventilatoren / elektronische Komponenten

DEFINITION

Strategische Kostengruppen / Bauteile

Kostengruppen, die in dieser Weise systematisch nach der Gliederungsstruktur der DIN 276 auf der 2. bis 3.Stelle mit hoher Relevanz für Folgekosten herausgefunden werden, werden übergreifend „Strategische Kostengruppen“ und auf den unteren Systemebenen „Strategische Bauteile“ genannt.

Nicht-strategische Kostengruppen / Bauteile

Die Selektion Strategischer Kostengruppen / Bauteile hat ein Gegenstück: Es gibt Bestandteile, 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 i. d. R. um langlebige Erzeugnisse bzw. Konstruktionen, die wesentlich die Dauerhaftigkeit eines Bauwerkes bestimmen.

Investitionskosten von tragenden Bauteilen (z. B. Tragwerk aus Beton, Mauerwerk) betragen häufig 40 bis 50 % der Kostengruppe 300 der DIN 276. Zugehörige Folgekosten sind in den langen Nutzungsdauern solcher Bestandteile sehr gering oder treten gar nicht auf. So wird ein Tragwerk 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 (z. B. nach 100 Jahren). Folgekosten entstehen, wenn überhaupt, nur durch Schäden oder Mängel, die mit dem Alterungsprozess zu tun haben, der oft erst am Ende der Lebensdauer durch Sanierung zum Ersatz führt.

Innerhalb des typischen Betrachtungszeitraumes von 2 bis 3 Jahrzehnten haben Nicht-strategische Bauteile keine rechnerisch relevanten Folgekosten. Das haben auch die Auswertungen der LZK-Modelle der Projektbegleitungen bestätigt. Sie ergaben, dass zwischen 40 % und 70 % der gesamten Investitionskosten aus Nicht-strategischen Bauteilen besteht, die keine Folgekosten in den betrachteten Zeitschnitten verursachen (vgl. Kap. 6.4).

Strategische Bauteil-Produkte-Kombinationen

Werden zudem ausgewählte Bauteile über die Entwurfsphasen hinaus – bis zu deren Realisierbarkeit durch Einsatz geeigneter Produkte – in der Perspektive der Folgekosten betrachtet, dann eröffnet sich ein differenziertes Spektrum möglicher Bauteil-Produkte-Kombinationen. Dies geschieht im Zuge lebenszyklusorientierter Ausschreibungs- und Vergabeprozesse. Ausschlaggebend für die Ausführungsentscheidung in Vergabeprozessen

„Lebenszyklusorientierte Planungsprozesse, Ausschreibungen und Vergaben – Pilotierung in der Projektbegleitung öffentlicher Bauvorhaben“ - Forschungsinitiative ZukunftBAU – Stand 05-2015

4. Strategische Bauteile und Kostengruppen

sind z. B. deutliche Unterschiede bei energetischen Effizienzeigenschaften, bei Servicekosten oder Zeitvorteile in Bauabläufen.

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

Das Konzept der Strategischen Bauteile – mit der Spiegelung in Nicht-strategische Bauteile – hat methodische Konsequenzen im gesamten Planungs- und Entscheidungsprozess einer Investition. In den Projektbegleitungen wurden danach Baukonstruktionen und technische Anlagen optimiert (vgl. Kap. 7).

4.2 Energetisch „Aktive Bauteile“ und energetisch „Passive Bauteile“

Die Zielsetzung der von der Europäischen Kommission 2005 erstmalig veröffentlichten Konzepte für eine Ökodesign-Richtlinie ist die Reduzierung des Stromverbrauchs in Europa. Die rechtskräftige Umsetzung der Ökodesign-Richtlinie in Deutschland erfolgte Ende 2011. In der ursprünglichen Fassung wurden mit der Formulierung „Energy using Products“ (EuP) Mindestanforderungen an die Energieeffizienz marktverfügbarer Produkte für alle Mitgliedsländer der Europäischen Union geregelt. Allerdings ist hier anzumerken, dass aufgrund eines EU-internen Abstimmungsprozesses die Bezeichnung der Verordnung 2009 umbenannt wurde in Energy related Products ErP (Energieverbrauchsrelevante Produkte)⁷⁶. Darin spiegelt sich die im energieeffizienten Bauen seit langem bekannte Unterscheidung zwischen passiven und aktiven Bauteilen:

⁷⁶ Diese Umbenennung berücksichtigt Hersteller von passiv energiesparenden Produkten wie z. B. die Wärmedämmung.

DEFINITION

Energetisch passive Bauteile in Bauwerken

Bauteile die durch passive Bauteilfunktionen wie Dämmen / Speichern / Reflektieren den raumbezogenen Energiehaushalt beeinflussen, ohne selber für ihr Funktionieren Energie zu benötigen – werden als „Passive Bauteile“ bezeichnet.

BEISPIELE: Wärmedämmung, massive Bauteile mit Speicherwirkung, Bauteilschichten mit reflektierenden Oberflächen (z. B. Lacke, Glas)

DEFINITION

Energetisch aktive Bauteile in Bauwerken

Bauteile die durch aktive Bauteilfunktionen wie Antrieb oder Strahlung den raumbezogenen Konditionierungsprozesse, Ver- oder Entsorgungsprozesse ermöglichen und dabei selber für ihr Funktionieren Energie benötigen – werden als „Aktive Bauteile“ bezeichnet.

Wenn man bedenkt, dass die von der EU-Initiative betroffenen stromverbrauchenden Produktklassen auch die stromverbrauchenden Geräte der Büroausrüstung umfassen, also insbesondere die die Computertechnik, so wird weiterhin deutlich, dass für die Belange der Gebäudetechnik nicht nur die gebäudebezogenen Produkte wie Ventilatoren, Pumpen und Beleuchtung relevant sind. Vielmehr muss das Gesamtsystem aus Nutzungsprozessen mit energetischen Verbrauchern der Nutzerausrüstung und den konditionierenden Anlagen, mit entsprechenden stromverbrauchenden TGA-Komponenten zum Gegenstand für Energieeffizienz-Strategien gemacht werden.

Im Interesse einer klaren Definition alternativer Energieeffizienz-Strategien wird im Rahmen der vorliegenden Ausführungen vorgeschlagen, die ursprünglich als „Energie Using Products EuP“ ausgewiesenen Produkte – eingeschränkt auf „Aktive Ausrüstungen und Bauteile“ terminologisch weiterzuführen und den energetisch passiv wirkenden Produkten gegenüberzustellen:

ErP-Produkte für Passive Bauteile

- Einsatzbereiche in Baukonstruktionen / Bauteilen mit Nachweisen der relativen Effizienzverbesserungen im Wärmeverbrauch
- Messverfahren im Monitoring des raumbezogenen Wärmeverbrauchs

ErP-Produkte für Aktive Bauteile (EuP-Produkte)

- Identifizierung relevanter Produktgruppen für die Nutzerausrüstung, Gebäudetechnik und hochtechnisierte Baukonstruktionen
- Darstellung der Effizienzvorteile im Monitoring, bezogen auf den bauteilbezogenen Stromverbrauch

Die folgende 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.

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

Wenn Beschaffungsobjekte energetisch zu beurteilen sind, muss geklärt werden, ob sie innerhalb des Bauwerkes „Aktive Bauteile“ oder „Passive Bauteile“ sind.

Energetische Folgekosten Passiver Bauteile

Die „Passiven Bauteile“ der Gebäudehülle wie Fenster und Außenwand-Konstruktionen sind bekanntlich die Hauptverursacher des thermischen Energiebedarfs. Diese Folgekosten lassen sich aber nicht in gleicher Weise den Bauteilen zuordnen wie typische Serviceaufwendungen (z. B. Reinigung, Wartung, Instandsetzungen u. dgl.). Ebenso hat die Speicherwirkung von massiven Bauteilen wie Mauerwerk oder Betonbauteile Auswirkungen auf die Höhe des thermischen Energiebedarfs, kann aber rechnerisch nicht direkt diesen Bauteilen zugeordnet werden. Der in Berechnungen nach EnEV oder durch Computersimulationen ermittelte thermische Energiebedarf muss vielmehr als Absolutwert einem Gebäude / Bauwerk als Ganzes zugeordnet werden.

Tatsächlich ist aber der Verbrauch thermischer Energie (Heizen, Kühlen) wesentlich von den Eigenschaften weniger Bauteile abhängig – und zwar von den energetischen Effizienzeigenschaften der Bauteile bzw. Bauteilschichten der Gebäudehülle wie Wärmedämmung, Fensterprofile, Verglasung, Außenbeschichtungen (Reflexionseigenschaften) u. dgl. Auch bei solchen „Passiven Bauteilen“ handelt es sich um Strategische Bauteile.

Eine Zuordnung energetischer Folgekosten „Passiver Bauteile“ zu den Einzelbauteilen ist nur indirekt in Rechenmodellen, am genauesten in computergestützten Thermodynamischen Simulationen möglich (vgl. beispielhafte Variantenrechnungen von Gebäudemodellen für Schulen in Kap.7.3). Darin lassen sich die Unterschiede beim Energieverbrauch auf Parame-

ter alternativer Bauteilkonstruktionen und Produkte zurückführen (relative Verknüpfung von thermischen Energiekosten zu Bauteilen). Eine direkte Zuordnung des thermischen Energieverbrauchs zu den „mitwirkenden“ „Passiven Bauteilen“ in den Bauteilpositionen der LZK-Modelle – wie dies beim singular berechenbaren Energieverbrauch aktiver Bauteile geschieht –, ist nicht darstellbar. Hier gilt ausschließlich die Gesamtzuordnung thermodynamischer Simulationsergebnisse bzw. EnEV Berechnungen auf der oberen Systemebene der Lebenszyklusobjekte LZO1.

Systemverbrauch Aktiver Bauteile

Energetisch „Aktive Bauteile“ haben zusätzlich zu ihrem funktionsbedingten 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. Der von solchen Bauteilen beeinflusste „Systemverbrauch“ (systemischer Energieverbrauch) ist also ein weiteres Bewertungskriterium zur Relevanzbeurteilung von Bauteilen.

Synergie energetisch „Passiver und Aktiver Bauteile“

Energetisch „Passive Bauteile“ verursachen durch ihre Wirkungsweise (Dämmung / 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 in übergreifenden Systemmodellen für räumliche Zonen oder für das Gesamtbauwerk ermittelt werden (durch thermodynamische Computersimulationen).

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. Auf der Grundlage von Zeitmodellen kann der Verbrauch „Aktiver Bauteile“ isoliert betrachtet, berechnet und diesen Bauteilen als Bauteil-Folgekosten zugeordnet werden. Die Konsequenz in der methodischen Darstellung von Bauteil- und Produktbewertungen in Ausschreibungs- und Vergabeprozessen sind bauteilbezogene Lebenszyklusmodelle.

„Lebenszyklusorientierte Planungsprozesse, Ausschreibungen und Vergaben – Pilotierung in der Projektbegleitung öffentlicher Bauvorhaben“ - Forschungsinitiative ZukunftBAU – Stand 05-2015

5 Steuerung von Lebenszykluskosten

5.1 Unbestimmtheit und Komplexität der Kostensteuerung und Qualitätssteuerung

Kosten und Qualitäten im Lebenszyklusansatz zu bestimmen, zu planen und zur Grundlage für Beschaffungsentscheidungen zu machen, ist in mehrfacher Weise eine Grenzüberschreitung. Die immer schon schwierige Überwindung fachlicher Grenzen, die zum Grundverständnis „integraler Planung“ gehört – aber selten umfassend gelingt –, wird durch hinzukommende Servicekompetenzen in der Nutzungs- und Betriebsphase erschwert. Zusätzlich geht es um die Überschreitung einer ungewöhnlichen Zeitgrenze: Die Nutzungs- und Betriebsdauer von Bauwerken umfasst für den überwiegenden Gebäudebestand zwei bis fünf Jahrzehnte – in Extremfällen Jahrhunderte. Das ist eine Größenordnung, die in traditionellen Beschaffungs- und Vergabeprozessen nicht etabliert ist. Eingespielt sind dagegen geregelte Gewährleistungs- und Garantiefrieten. Für Produkte von Zulieferern in industriellen Wertschöpfungsketten gelten 3-5 Monate, für Konsumgüter in Deutschland einheitlich 2 Jahre. Im Bauwesen gelten nach der VOB 2 Jahre als Standard, 4 Jahre wenn erforderliche Wartungsverträge mit dem Ersteller der Anlage abgeschlossen werden, 5 Jahre für Bauverträge nach BGB. Solche Zeitspannen sind für Nutzer und Eigentümer in der gleichen Größenordnung wie die vorangegangene Projektlaufzeit – aber nur ein Bruchteil der Zeitspanne, die in Modellrechnungen für Lebenszykluskosten angesetzt werden: 20 bis 50 Jahre. Das ist eine zeitliche Grenzüberschreitung um den Faktor 10.

Verbunden mit dieser sowohl fachlichen wie zeitlichen Erweiterung der Komplexität sind zahlreiche Probleme, die gleichermaßen für Planungs- und Beschaffungsprozesse zu beachten sind. Die folgende Übersicht ist ein Versuch, die wichtigsten Erschwernisse zu benennen und zu gruppieren:

Probleme durch unzureichendes Wissen und mangelnde Daten

- Während für Investitionskosten auf der Basis der DIN 276 in den zurückliegenden Jahrzehnten umfangreiche Datenbanken mit brauchbaren Kennwerten entstanden sind, fehlen solche weithin für lebenszyklusorientierte Kostenkennwerte⁷⁷. Die unvermeidliche Ungenauigkeit dieser Kennwerte für bauteilbezogene Investitionskosten

⁷⁷ Vgl. BKI (2010) und Stoy (2014).

wird zudem um ein vielfaches 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.
- Kosten für 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 Spreizungen der Von-bis-Werte. 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).
- Produktdaten sind in der Regel uneinheitlich von sehr verschiedenen Anbietern im Marktgeschehen verfügbar und werden nur selten kompatibel zu vorhandener Betreibersoftware (z. B. CAFM / Instandhaltungssoftware) geliefert. Hinzu kommt das Gliederungsproblem: Betreiber müssen in ihrer anlagenwirtschaftlichen Software dafür eine 4. bzw. 5. Stelle im Gliederungssystem vorhalten – und das wird oft als zu aufwendig erachtet.
- Daten über die Effektivität eingesetzter Produkte sind aufgrund mangelnder Datenerfassung / -auswertungen nicht vorhanden. D. h. Produkthanbieter haben selbst dann, wenn ihre Produkte langlebig und zuverlässig sind, kaum die Möglichkeit, dieses Wissen als „Best Practice“ überprüfbar zu kommunizieren.

Für die weiteren Ausführungen der vorliegenden Untersuchung ist die Ausrichtung auf Zeitmodelle und die damit verbundene systemtechnische Strukturierung von Lebenszyklusobjekten zielführend.

Unsicherheiten durch kurze Vertragslaufzeiten

Lebenszyklusorientierte Ausschreibungen und Vergaben umfassen mindestens einen Zeithorizont von 10, häufig bis zu 30 Jahren. Vertragliche Vereinbarungen, die den klassischen Horizont von 2-5 Jahren überschreiten, unterliegen aber in hohem Maße systemischen Unsicherheiten. Zudem ist gegenüber klassischen Vergaben von Bauleistungen der „Gefahrenübergang“ komplexer. In Langzeitverträgen schuldet der Leistungserbringer von Bauleistungen nicht nur ein mangelfreies Werk, sondern auch eine Einhaltung von zuvor festgelegten Prüfkriterien der Performance von realisierten Konstruktionen / Anlagen / Bauteilen in den Jahren der Betriebsphase.

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 hochgerechnet werden, dann sind darauf gegründete Vergabeentscheidungen angreifbar.

Probleme zeitlicher Unbestimmtheit

- Instabilitäten der realisierten technischen Systeme sind nicht vorhersehbar.
- Das Veralten von Nutzungsprozessen ist nicht vorhersehbar, d. h. die wirtschaftliche Nutzungsdauer ist unbestimmt.
- Die tatsächliche Haltbarkeit von Konstruktionen / Anlagen / Bauteilen ist eine Zufallsgröße und nicht vorhersehbar.

- Vorhandene Tabellen über Nutzungsdauern bzw. Lebensdauern von Objekten und Produkten sind lediglich eine pragmatisch anwendbare Grundlage und daher für belastbare Berechnungen nur bedingt geeignet.

Die in den Projektbegleitungen auf der Basis verfügbarer Nutzungsdauertabellen entstandenen LZK-Modelle zeigen in Prognoserechnungen über 50 Jahre einen sprungartigen Verlauf der Erneuerungskosten. Die Auswertung in Abb. 5-1 zeigt, dass alle 10 Jahre der Erneuerungsbedarf akkumuliert auftritt, besonders ausgeprägt, wenn rechnerisch von relativ kurzen Nutzungsdauern ausgegangen wird. Die Sprünge verflachen sich, wenn aus den verfügbaren Tabellenwerken mittlere und maximale Nutzungsdauern entnommen werden.

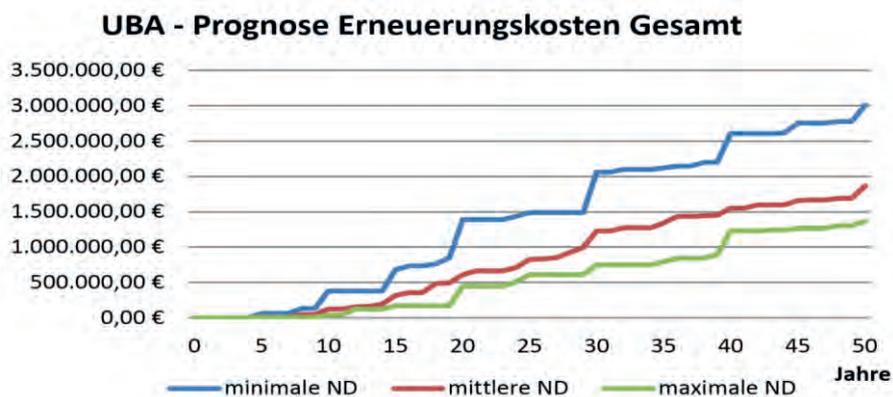


Abb. 5-1 Sprungkosten der Erneuerung – LZK-Modellrechnung im UBA Projekt [Quelle: IPS]

Erneuerungsaufwendungen haben demnach keine kontinuierliche Verteilung. Da nun mit tendenziell kürzer angesetzten Lebensdauern von Bauteilen ein erhöhter Erhaltungsaufwand resultiert, der aber mit einer wahrscheinlich erhöhten Bauteil-Verfügbarkeit und Wertsicherung einhergeht, muss in Langzeitbewertungen von Bauteil-Entscheidungen (innerhalb von Planungsprozessen in Investitionsphasen) der Widerspruch zwischen langlebigen und kurzlebigen Bestandteilen eines Bauwerkes zugleich zu einem Schwerpunkt für Analysen der Kostenunsicherheit und der Optimierung gemacht werden. Daraus folgt für die „Langzeit-Verantwortung“ für Ausschreibungen und entsprechende Vergabestrategien, dass in der Zeitachse an definierten Lebensdauer-Meilensteinen die jeweils – nach rechnerischem Ermessen und beobachteten Erhaltungszuständen – anstehende bzw. ggf. nicht durchgeführten Erneuerungen sorgfältig analysiert und dokumentiert werden müssen. Das wiederum

geht nicht ohne die Erfüllung der oft nicht beachteten organisatorischen Forderung, Betreiber in die Planung einzubeziehen⁷⁸.

5.2 Zweifache Unschärfe in Kostenprognosen – Überlagerte Ermittlungen von Investitionskosten und Folgekosten

5.2.1 Unvermeidbar ungenaue Ermittlungen von Erstkosten als Basis unvermeidbar ungenauer Prognosen von Folgekosten

Die im Anhang dokumentierten Auswertungen der Folgekosten in den LZK-Modellen stimmen darin überein, dass kontinuierlich ansteigende Werte für die Aufsummierung der Jährlichen Kosten des Betriebes sprunghaft ansteigenden Erneuerungskosten gegenüberstehen. Diese Zahlen, berechnet nach der Barwertmethode, dürfen aber nicht für bare Münze genommen werden. Sie spiegeln nur Größenordnungen, weil Ungenauigkeiten von Eingabedaten die Berechnung bestimmen:

- Zeitbezogene Richtgrößen wie Preissteigerungen (Energiepreise, Rohstoffpreise) oder sich verändernde Nutzungskennwerte (Nutzungswechsel, Nutzungsintensitäten) machen errechnete Prognosewerte in den Zeithorizonten mehrerer Jahrzehnte prinzipiell in hohem Maße unsicher.
- Die in den verfügbaren und anerkannten Tabellen der Nutzungsdauern⁷⁹ von Materialien angegebenen Von-bis-Werte haben häufig Spannen zwischen 30 % und 50 %: Das gilt in hohem Maße für Bauteile der Gebäudetechnik mit relativ kurzen Lebenszyklen, die in der Gruppe der Strategischen Bauteile dominieren.
- Da die Ermittlung der Folgekosten naturgemäß auf Kennwerte und Berechnungswege angewiesen ist, die gegenüber den Berechnungsmöglichkeiten der Investitionskosten deutlich ungenauer sind, können auf dieser Grundlage keine belastbaren Festlegungen von „Kostenlimits“ (z. B. in einer Wirtschaftlichkeitsuntersuchung WU) erfolgen.

⁷⁸ Vgl. ZukunftBAU Balck (2013).

⁷⁹ Im ZukunftBAU Forschungsvorhaben „Lebens- und Nutzungsdauer von Bauteilen“ wurde durch Einführung einer Faktormethode versucht, die Ungenauigkeit Non Nutzungsdauertabellen zu verringern – Bahr (2010).

LZK-Modellrechnungen belegen, dass eine Zunahme der Ermittlungsgenauigkeit bei den Folgekosten nicht linear zu der wachsenden Ermittlungsgenauigkeit der Investitionskosten verläuft. Die Genauigkeit der in der Bauplanung berechenbaren Folgekosten eines Bauteils ist in jeder Planungsphase signifikant geringer als die der zugehörigen Baukosten desselben Bauteils. Abb. 5-2 veranschaulicht für beliebige Bestandteile eines Bauwerks den pareto-ähnlichen Verlauf der Unbestimmtheit von derartig paarweisen Kostenermittlungen⁸⁰:

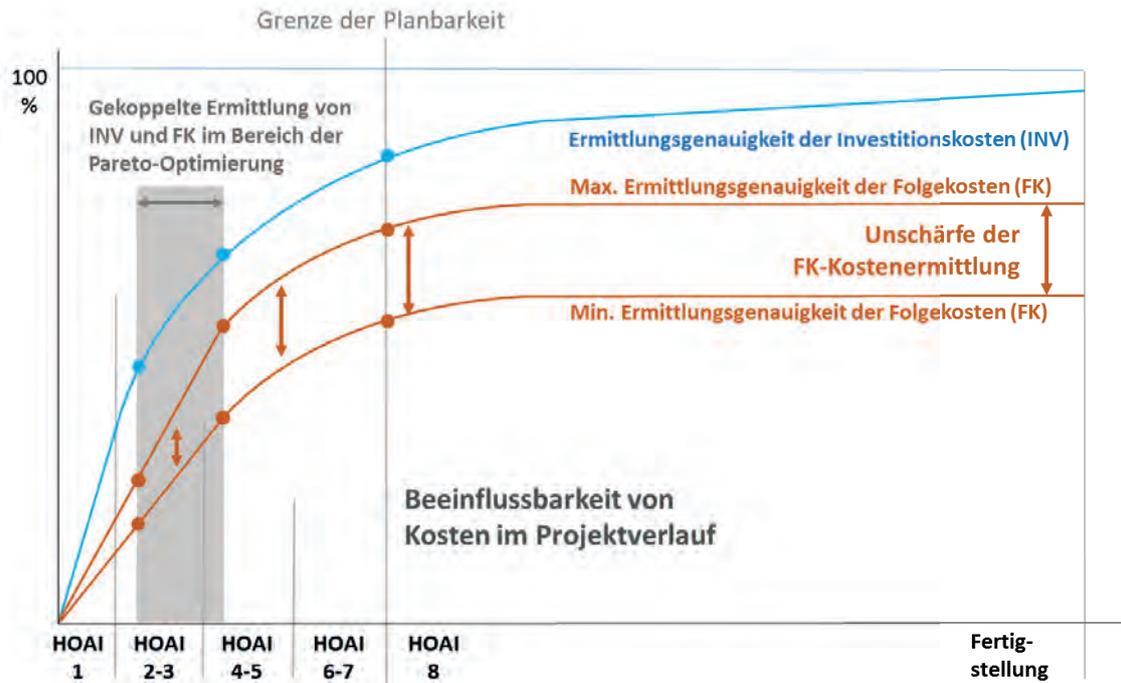


Abb. 5-2 Beeinflussbarkeit von LZK in den Projektphasen [Quelle: H. Balck]

Die Darstellung ist eine schematische, zunächst hypothetische Aussage⁸¹. Mit jeder durchlaufenen Planungsphase nimmt der Genauigkeitsgrad dieser Kostenpaare zu – allerdings zunächst nur für investive Kosten. Die Zunahme der Genauigkeit der Kostenermittlung von Investitionskosten steigt in den HOAI Phasen 1 und 2 steil an und hat bereits am Ende der HOAI Phase 3 einen hohen Wert. Bezogen auf ein konkretes Bauteil ist aber erst zum Zeit-

⁸⁰ Die grafische Darstellung ist ein Grobschema. Es beruht auf Eckdaten der oben genannten Forschungsprojekte und hypothetisch angenommenen Kurvenverläufen mit Pareto-Charakteristik. Die aus der Grafik ablesbaren Verhältniswerte haben deswegen zunächst einen hypothetischen Aussagewert. Sie sind aber geeignet, um das Unschärfeproblem der überlagerten Investitions- und Folgekosten in Größenordnungen zu verdeutlichen. Weitere Forschungen sind aber erforderlich, um mit einer empirischen Datenbasis Modellvarianten zu untersuchen.

⁸¹ Eine Überprüfung und Quantifizierung durch statistische Vergleiche ist eine anstehende Forschungsaufgabe.

5. Steuerung von Lebenszykluskosten

punkt der Fertigstellung (HOAI Phase 8) eine Ermittlungsgenauigkeit der Investitionskosten von 100 % gegeben⁸². Dagegen flacht der Genauigkeitsgrad der Folgekosten mit der Festlegung von Bauteil- und Produkteigenschaften stark ab (ab HOAI 6-7). Das hat einen einfachen Grund: Folgekostenermittlungen haben einen wesentlich anderen Modus. Sie bleiben aufgrund von Prognosezeiträumen in mehreren Jahrzehnten prinzipiell unsicher⁸³.

Das zeigen auch die Berechnungen mit LZK-Modellen in den durchlaufenen Phasen der Projektbegleitung. Auf jeder Ermittlungsstufe wurden den ermittelten Erstkosten je Bauteil, bzw. in aggregierter Form je Kostengruppe, Folgekosten als detaillierte Einzelprognosen zugeordnet. Die in 10-Jahres-Zeitschnitten im gleichen LZK-Modell errechneten Kostenpaare generieren einen fortlaufend wachsenden Anstieg der Folgekosten – mit teilweise dramatischen Verwerfungen bei Kostengruppen, die wenige oder sogar keine Folgekosten aufweisen und bei besonderen Bauteilen die nach 20 bis 30 Jahren das Mehrfache der ursprünglichen Investitionskosten an Folgekosten aufweisen⁸⁴.

Zwar erhöht sich im Phasenverlauf der Genauigkeitsgrad der Kostenpaare, aber in einem Verhältnis, in dem eine wachsende Genauigkeit der Investitionskosten einer nahezu gleichbleibenden Ungenauigkeit der Folgekosten gegenübersteht. Abb. 5-2 verdeutlicht diese nicht lineare Abhängigkeit. Durch die (nur schematische) Angabe einer maximalen Obergrenze und einer minimalen Untergrenze veranschaulicht sie die Bandbreite dieser Nicht-Linearität. Variantenrechnungen in LZK-Modellen ergaben dafür eine Größenordnung von min. 30 % Unschärfe für Folgekosten. Deren Treiber sind vor allem die Von-bis-Spannen der Werte in den

⁸² Der hier betrachtete Grad der „Ermittlungsgenauigkeit“ darf nicht verwechselt werden mit „Kostensicherheit“. Entlang planerischer Ermittlungsstufen geht es vielmehr umgekehrt um „Kostenunsicherheit“ und deren schrittweise Reduzierung. Letztlich sicheres Kostenwissen über die Investition entsteht jedoch erst dann, wenn Angebote ausführender Firmen vorliegen und daraufhin Bauverträge abgeschlossen werden (HOAI Phasen 7 bis 8). Und auch danach sind abschließende Kostenaussagen über Investitionen abhängig von der Abrechnung aller Nachträge und ggf. kostenwirksamer Gewährleistungsfälle.

⁸³ Die bekannte „Entscheidungsschwelle“ am Ende von HOAI Phase 6, an der Bauherren vor der dann anlaufenden Investition (mit 80- bis 90 % der gesamten folgenden Investitionskosten) noch zurücktreten können, erhält durch die erweiterte Sicht auf die damit verbundenen Folgekosten ein selten beachtetes erhöhtes Gewicht – denn das verantwortete Folgekostenvolumen beträgt ein Vielfaches der Investition!

⁸⁴ In den im Anhang dargestellten LZK-Modellen konnten „Strategische Bauteile“ mit verursachten hohen Folgekosten und Nicht-strategische Bauteile“ mit geringen und sogar 0-Folgekosten (z. B. Bauteile des Tragwerks) unterschieden werden. Auch hier zeigten sich eine Reihe von Pareto-Verteilungen. Die Sensitivitätsanalysen mit Variantenrechnungen für investive Kosten der Strategischen Investitionsbestandteile ergaben signifikante Mehr- bzw. Minderkosten der zugehörigen Folgekosten in bauteilbezogen sehr unterschiedlichen Bandbreiten. Als besonders „sensitiv“ erwiesen sich Teilinvestitionen für Beleuchtung, Bodenbeläge, Gebäude- und Raumautomation und Lufttechnische Anlagen.

Nutzungsdauertabellen⁸⁵ und die nicht vorhersehbaren Schwankungen der Preisentwicklungen (besonders Energiepreise, Rohstoffpreise, Arbeitskosten).

Die für 10 bis 50 Jahre in mehreren Zeitschnitten ermittelten Prognosewerte haben also unvermeidbare große Unbestimmtheiten. Sie lassen sich aber unter bestimmten Randbedingungen reduzieren. Nach den Erfahrungen in Projektbegleitungen ist das durch konsequente Bauteilorientierung möglich. In LZK-Modellen geschieht dies, wenn konsequent bauteilorientiert Kostenpaare aus detailliert festgelegten investiven Kostenelementen und den zugeordneten Folgekosten gebildet werden.

Dennoch kann das gesamte Unschärfeproblem – aus der Überlagerung unscharf ermittelter Investitionskosten und unscharf ermittelter Folgekosten – nur entlang des Projektfortschritts verringert, aber nicht beseitigt werden. Das gilt auch dann, wenn die Prognose von Folgekosten erst am Ende der Investitionsphase durchgeführt wird. In diesem Fall wird sogar die Steuerung der Lebenszykluskosten im Ganzen verfehlt. Deswegen müssen am jeweiligen Zeitpunkt im Projektverlauf je Lebenszyklusobjekt (Bauwerksteil oder Bauteil) – wo eine LZK-Optimierung oder LZK-Kontrolle durchgeführt werden soll – zugleich zwei Zeithorizonte beachtet werden:

- Die mehrjährige Investitionsphase – mit Investitionskosten.
- Die verschiedenen Jahrzehnte der Nutzungsphasen – mit zugehörigen Folgekosten.

Für die Kostensteuerung im Lebenszyklusansatz gilt es, beide Zeitperspektiven zu überlagern. Das heißt, im Projektablauf müssen zunehmend genaue Ermittlungen der investiven Kosten entsprechende Ermittlungen der resultierenden Folgekosten zugewiesen werden. Gesucht werden also zeitpunktgleiche Paare von Investitionskosten und Folgekosten – und das sind Aussagen über Lebenszykluskosten.

Beeinflussbarkeit der Kosten – Steuerung unter Bedingungen der Unbestimmtheit

Die Ermittlung von Folgekosten ist ähnlich wie die Ermittlung von Investitionskosten bereits in den frühen Planungsphasen möglich und für den Lebenszyklusansatz erforderlich. Die bekannte Hyperbel der Beeinflussbarkeit entlang der Projektphasen gilt für beide Kostenarten. Bekannt ist auch, dass die höchste Beeinflussbarkeit am Planungsanfang nur unter Bedin-

⁸⁵ Je nach Tabellenwerk gibt es bauteilbezogen max. Lebensdauern, die bis um 3-fache der Min.-Werte größer sind. Häufig sind Maximalwerte um 50 % größer als die zugehörigen Minimalwerte

5. Steuerung von Lebenszykluskosten

gungen geringster Ermittlungsgenauigkeit erfolgen kann. Umgekehrt ist eine wachsende Genauigkeit planerischer Festlegungen gepaart mit zunehmend konkreten Kostenermittlungen, bei zugleich schwindender Beeinflussbarkeit.

Entlang der HOAI Phasen sind folgende Stufen in der DIN 276 geregelt: vom Kostenrahmen (in HOAI Phase 1) – zur Kostenschätzung (in HOAI Phase 2) – zur Kostenberechnung (in HOAI Phase 3) – zum Kostenanschlag (in HOAI Phase 4) und am Ende zur Kostenfeststellung (in HOAI Phase 8). Daran angelehnt regelt in gleicher Stufenfolge die DIN 18960 die Ermittlung von Nutzungskosten. Nach der Pareto-Charakteristik der Beeinflussbarkeit sind für die optimale Gestaltung von Lebenszyklusobjekten zweifellos die HOAI Phasen 1 bis 3 am interessantesten.

Besonders im Übergang von strategischen Festlegungen der Bedarfsplanung zu ersten Entwurfsfassungen treffen in der HOAI Phase 2 zwei „Kostenschätzungen“ mit großer Ungenauigkeit aufeinander⁸⁶: Kostenschätzungen für grob ermittelte investive Kosten („Baukosten“) und Kostenschätzungen für grob ermittelte Folgekosten. Da Folgekosten nur auf der Basis vorliegender Investitionskosten ermittelt werden können, resultieren die daraus abgeleiteten Lebenszykluskosten unvermeidbar als Überlagerung von zwei Unschärfen. In den LZK-Rechenmodellen, ist diese Verknüpfung von überlagerten Kostenermittlungen untersucht worden (Kap. 5.2). Die Lebenszykluskosten der gesamten Bauteile eines Bauwerks wurden – auf Basis der projektbezogen erweiterten DIN 276 in einer 5- bis 6-stelligen Kostengliederung – als Kostenpaare aus geschätzten Investitionskosten und prognostizierten Folgekosten ermittelt. Tab. 5-1 zeigt am Beispiel der Bauteilkategorie „Leuchten“ die Kostenpaare im Zeitschnitt für 30 Jahre. Es handelt sich um typische „Strategische Bauteile“, da mit dem Nutzungsbeginn eine Reihe regelmäßiger und unregelmäßiger Kosten innerhalb der Gesamtdauer des Bauwerks folgen.

⁸⁶ Im Rahmen der Bedarfsplanung (HOAI Phase 1) wird häufig ein „Kostenrahmen“ festgelegt, der im daraufhin initiierten Bauvorhaben als „Limit“ einzuhalten ist. Bekanntlich ist diese Vorgehensweise problematisch. Sie wird aber dann „erfolgskritisch“, wenn zusätzlich Folgekostenlimits auf gleicher Grundlage festgelegt werden sollen.

Bauteilklassen (Leuchten) erweiterte KG DIN 276	Investitions- kosten	Jährliche Kosten des Betriebs + Reinigung (Folgekosten ohne Erneuerung)				Erneuerungskosten mittel. ND [30 Jahre]	
		Instand- halten	Reinigung	Strom- verbrauch	Summe	Bauteil- erneuerung	Anteil Erneuerung an FK
Rettingszeichenleuchten	3.924,86 €	3.077,03 €	769,26 €	1.829,74 €	5.676,03 €	2.804,17 €	33%
Langfeld Anbauleuchten Leuchtstofflampen 35 W	33.752,11 €	19.845,83 €	6.615,28 €	54.159,49 €	80.620,60 €	24.114,65 €	23%
Pendelleuchte Büros 49W TL5	1.690,82 €	662,79 €	331,39 €	3.582,20 €	4.576,39 €	1.208,03 €	21%
Downlights Kompakt- Leuchtstofflampe 18W	5.112,10 €	20.039,00 €	1.001,95 €	12.501,16 €	33.542,11 €	3.652,41 €	10%
Downlights Halogen 35W	3.551,36 €	1.392,11 €	696,05 €	2.558,72 €	4.646,87 €	2.537,32 €	35%
Spiegelleuchten 14W Leuchtstofflampe	1.060,83 €	2.079,17 €	207,92 €	1.535,23 €	3.822,32 €	757,92 €	17%
Pendelleuchten Lobby Halogen 70W	813,79 €	1.116,50 €	159,50 €	1.705,81 €	2.981,81 €	581,43 €	16%
Anbauleuchten Niederdr. Entladungslampe 35W	1.080,25 €	3.387,58 €	211,72 €	6.396,79 €	9.996,10 €	771,80 €	7%
Aufbaudownlight Kompakt- Leuchtstofflampe 18W	1.019,40 €	599,39 €	199,80 €	438,64 €	1.237,83 €	728,33 €	37%

Tab. 5-1 LZK-Systematik bauteilorientiert – Beispiel Leuchten [Quelle: IPS]

5.2.2 Einhaltung eines Investitionsrahmens im LZK-Modell – nur möglich durch bauteilbezogene Flexibilisierung

Die Ermittlung von Investitionskosten auf der Bauteilebene ist in einem frühen Planungszustand notwendig grob und ungenau. Damit verbunden ist der nicht auflösbare Widerspruch, dass eine frühe Planungssicherheit in Verbindung mit der Festlegung von erforderlichen Finanzierungsmitteln (Baubudget) zu frühen Festlegungen zwingen. In einem laufenden Planungsvorhaben wird aber mit zunehmender Detailtiefe auch die Festlegung der eingeplanten Bauteile und der daraufhin zu erwartenden Realisierungskosten schrittweise genauer. Die am Anfang unvermeidbare Unschärfe in Kostenermittlungen hat aber im Fortgang der Planung durch die Erweiterung des Planungshorizontes über die Investitionskosten hinaus auf Folgekosten eine zusätzliche Erschwernis: Die Einhaltung eines Investitionsrahmens wird nun gepaart mit der Frage nach den bauteilabhängigen Folgekosten und damit mit der Frage, wie insgesamt für ein Bauwerk die zu prognostizierenden Folgekosten ebenfalls mit geeigneten Kostenlimitierungen zu verbinden sind. Mit anderen Worten: Die Überprüfung von bauteilbezogenen Kostenprognosen im Hinblick auf ein bei Fertigstellung einzuhaltendes Kostenlimit kann zu sehr unterschiedlichen Kombinationen von Investitionskosten und Folgekosten führen:

„Lebenszyklusorientierte Planungsprozesse, Ausschreibungen und Vergaben – Pilotierung in der Projektbegleitung öffentlicher Bauvorhaben“ - Forschungsinitiative ZukunftBAU – Stand 05-2015

5. Steuerung von Lebenszykluskosten

- Bei rigider Handhabung von kostenbezogener Projektsteuerung und weitgehender Einhaltung eines Investitionszieles kann dies zum Nachteil der Folgekosten führen. Typisch sind Qualitätseinbußen bei bestimmten Bauteilen durch „Billiglösungen“, die in den laufenden Betriebsjahren zu erhöhten Energiekosten oder Wartungskosten oder verkürzten Erneuerungszyklen führen. In diesem Fall kumulieren sich Kostennachteile entlang der realen Nutzungszeiten.
- Der umgekehrte Fall ist in der heutigen Praxis eher selten: Gezielte Mehrausgaben für erhöhte Qualität bei der Nachhaltigkeit und geringeren Folgekosten ausgewählter Bauteile bewirken in den laufenden Betriebsjahren günstigere Betriebskosten, höhere Zuverlässigkeit mit insgesamt geringeren Lebenszykluskosten.

Zwischen diesen Extremen gibt es beliebige Übergänge je nach Entscheidung, welche Bauteile verwendet und welche eingesetzten Produkte beschafft werden.

In der stufenweisen Ermittlung von Lebenszykluskosten, d. h. in der Gegenüberstellung jeweils konkretisierter Investitionskosten und Folgekosten für die „relevanten Bauteile“ formiert sich ein kontrollierter Entscheidungsablauf. Geschieht dies nicht, was in dem heutigen Marktgeschehen der Regelfall ist, lassen sich Nachhaltigkeitsziele nicht konkretisieren und verfolgen.

In den begleiteten Bauvorhaben sind sowohl Bauherren als auch die beteiligten Planer konsequent auf Nachhaltigkeitsziele orientiert. Die durchgeführten Projektbegleitungen haben die Prüfung von bauteilorientierten Investitionskosten und Folgekosten unterstützt.

Teil 2

Erfahrungen mit dem Lebenszyklusansatz in der Projektbegleitung – Entwicklung, Anwendung und empirische Analysen methodischer Konzepte

6 Auswertungen der LZK-Rechenmodelle

In den eingangs genannten drei Bauvorhaben wurden folgende Projekte in allen Phasen begleitet⁸⁷ – mit den Kurzbezeichnungen UBA / WES zur Unterscheidung und zum Vergleich in den Auswertungstabellen / -grafiken:

UBA – Forschungsbegleitung des Büroneubaus „UBA 2019“ in Berlin (Null-Energie-Gebäude) – Inbetriebnahme 2014

Bauherr: BBR Berlin / Nutzer: Umweltbundesamt Berlin

WES – Forschungsbegleitung des Neubauvorhabens „Walter Eucken Schule Karlsruhe“ (Passivhaus) – Inbetriebnahme 2014

Bauherr: Stadt Karlsruhe, Amt für Hochbau und Gebäudewirtschaft

Nutzer: Walter Eucken Berufskolleg

6.1 Rechnerische Voraussetzungen im LZK-Modell für Auswertungen

6.1.1 Aufteilungen und Kennungen im LZK-Rechenmodell als Grundlage von Kostenauswertungen

Um die technologische Abhängigkeit von Folgeprozessen aus den im Bauablauf realisierten Bauwerkteilen und Bauteilen in einem einfachen Schema nachvollziehbar zu machen, wurden im LZK-Modell in der Leitgliederung auf der 5. bis 6. Stelle der erweiterten DIN 276 folgende Kennungen eingeführt, die sich anschließend bei den Auswertungen von großem Wert erwiesen haben.

⁸⁷ Die Forschungsbegleitung der Erneuerung von RLT-Anlagen im Universitätsklinikum Leipzig erfolgte nur zur methodischen Unterstützung vorbereitender Planung (ohne Begleitung der Ausführungsplanung, Ausschreibung und Vergabe). Vergleichbare Auswertungen waren daher nicht möglich.

- (1) Kennung von Nicht-Bauteilen
- (2) Kennung von Bauteilen, die gereinigt werden
- (3) Kennung Aktiver Bauteile
- (4) Kennung von Bauteilen mit Technischem Service
- (5) Zuordnung von Nutzungsdauern je Bauteil

Kennung von Nicht-Bauteilen

Bei der detaillierten Analyse der ermittelten Investitionskosten ergab sich nach Auswertung aller verfügbaren Ausschreibungen und Bauverträge, dass ein nicht unerheblicher Anteil gewerkebezogener Leistungen Bauteilen nicht zugeordnet werden konnten. Dazu gehören die für eine Baustelle erforderlichen Baustelleneinrichtungen und zahlreiche Einzelleistungen wie z. B. Bauendreinigung und Kernbohrungen aufgrund erforderlicher Leitungsführungen. Solche Leistungen wurden als „Nicht-bauteilbezogene Gewerkeleistungen“ (NbG) erfasst. In den Projektbegleitungen haben sie in vergleichbaren Größenordnungen einen Umfang von ca. 10 % - 15 % der gesamten Investitionskosten (vgl. Anhang A2-1-1 und A2-1-2)⁸⁸.

Kennung von Bauteilen, die gereinigt werden

Mit der Kennung „R“ werden alle Bauteile ausgewiesen, die gereinigt werden müssen. Das sind i. d. R. Bodenbeläge, Glasflächen in Innen- und Außenwänden und Türen.

Kennung Aktiver Bauteile

Bauteile, die für ihre Funktion Stromverbrauch generieren (z. B. Motoren in Stellantrieben, Motoren in Ventilatoren und Pumpen, Leuchtmittel), sind in hohem Maße relevant für die gesamte Energieeffizienz technischer Anlagen. Die in der Ökodesign-Richtlinie der Europäischen Kommission erfassten Richtwerte für Effizienzklassen betreffen diese Bauteilart und sind für zukünftige Planungen in hohem Maße „erfolgskritisch“ im Hinblick auf die Nachhaltigkeit.

⁸⁸ Die in der Kostengruppe 7 der DIN 276 abgerechneten Nebenkosten sind nicht Bestandteil der Leitgliederung und werden auch nicht zu den NbGs hinzugerechnet.

Kennung Strategischer Bauteile

Die für Komponenten technischer Anlagen, aber auch für die Anlagen als Ganzes notwendigen Aufwendungen für das Bedienen, für Inspektionen, Wartungen und Instandsetzungen innerhalb der Nutzungsdauer, generieren für alle Anlagen der DIN 276-Kostengruppe 400 einen beachtlichen Aufwand.

Die Identifizierungen von Bauteilen mit technologisch abhängigen Folgekosten wurden als „Strategische Bauteile“ mit einer eigenen Kennung „S“ versehen. Die im Anhang A2-1 dargestellten Auswertungen zeigen den außerordentlichen Stellenwert für alle Folgekosten im Verhältnis zu den zugehörigen Investitionskosten und bestätigen die eingangs in Kap.6.4 dargestellte Pareto-Verteilung. Danach umfassen ca. 20 % der Gesamtinvestition Strategische Bauteile, die je nach betrachteten Folgekosten-Zeitabschnitten (zwischen 20 bis 50 Jahren) einen Anteil von Folgekosten generieren, der zwischen 70 % bis 80 % liegt.

Zuordnung von Nutzungsdauern je Bauteil

Allen Bauteilen wurden Nutzungsdauern und Tauschzyklen zugeordnet. Daraus wurden die Erneuerungskosten alle 10 Jahre in fünf Zeitschnitten berechnet (10 bis 50 Jahre).

Endzyklen wurde im Modell nicht festgelegt und deswegen keine End of Life-Kosten betrachtet.

Nur die aufgeführten „Nicht bauteilbezogenen Gewerkeleistungen (NbG)“ sind als Endpositionen der DIN 276 ohne Zykluszuordnung.

Zeitbezogene Modalitäten im LZK Modell

In Kap. 3.2.6 wurden die in Tabelle 3-3 dargestellten objektorientierten Kostenarten drei zeitlichen Modalitäten zugeordnet:

(1) Nullpunkt der Zeitbetrachtung: Investition ist abgeschlossen – Folgeprozesse mit Folgekosten beginnen.

(2) Jahresbezogene Kosten: Folgeprozesse mit Kostenarten, die auch im laufenden Betrieb jährlich erfasst werden.

(3) Zyklusbezogene Kosten: Zyklische Erneuerungsprozesse nach Ablauf von Bauteil-Nutzungsdauern und Kosten für Endzyklen von Bauteilen und den darin verbauten Produkten (End of Life-Kosten).

„Lebenszyklusorientierte Planungsprozesse, Ausschreibungen und Vergaben – Pilotierung in der Projektbegleitung öffentlicher Bauvorhaben“ - Forschungsinitiative ZukunftBAU – Stand 05-2015

6.1.2 Auswertungen von Lebenszykluskosten auf zwei Systemebenen mit drei Zeitmodalitäten

Die Kostenermittlung in den Projekten UBA und WES durchlief alle Projektphasen. Als Ermittlungsgrundlage der Kostenauswertungen wurden Daten auf Basis der Ausführungsplanung verwendet. Ermittelt wurde auf den Systemebenen LZO1 und LZO3 und für die oben unterschiedenen zeitlichen Kostenmodalitäten – mit der Verknüpfung:

Systemebene LZO 1: JAHRESKOSTEN

Systemebene LZO 3: INVESTITION – JAHRESKOSTEN – ZYKLUSKOSTEN

Auswertungen der Jahreskosten auf der Gebäudeebene (Systemebene LZO1)

Folgende Einzelermittlungen wurden auf der Gebäudeebene ausgewertet:

- Ermittlung des Wärmebedarfs (Heizen / Kühlen) durch eine thermodynamische Gebäudesimulation
- Ermittlung des Wasserverbrauchs (aggregiert über raumbezogenen Einzelbedarf)

Kostenauswertungen auf der Bauteilebene (Systemebene LZO3)

Folgende Einzelermittlungen wurden auf der Bauteilebene ausgewertet:

- Ermittlung der investiven Bauteilkosten. Dazu wurden gewerkebezogene Preise aus Bauverträgen den Bauteilen mit Hilfe einer Bauteile-Gewerke-Matrix zugeordnet.
- Die resultierenden Bauteil-Investitionskosten bilden die Berechnungsgrundlage für Ermittlungen von Folgekosten mit Jahreskostenfaktoren und für Erneuerungskosten auf der Basis von Nutzungsdauern bzw. Tauschzyklen.
- Endzyklen wurden im Modell nicht festgelegt und deswegen keine End of Life-Kosten berechnet. Die zugehörige Ermittlung ist aber anders als bei den Erneuerungskosten für jedes Bauteil spezifisch. Sowohl Rückbauprozesse wie Entsorgungs- und Recyclingprozesse haben material- und produktabhängige Verfahrensketten

Für alle Bauteile des LZK-Modells werden Bauteil-Investitionskosten und bauteilgenerierte Folgekosten zu LZO3-Kosten-Dipole je bauteilbezogener Kostenart verknüpft (vgl. Kap.2.2.4).

6.2 Auswertungen jahresbezogener Kosten

Gesamtrechnung der Jährlichen Kosten

Abb. 6-1 verdeutlicht das Ergebnis bei den jährlichen Kosten für thermische Energie mit relativ geringen Werten – 1 % bei UBA und 5 % bei WES. Sie sind das Ergebnis der in beiden Projekten verfolgten anspruchsvollen Effizienzstrategien – als „Null-Energiehaus“ beim UBA Bürogebäude in Berlin und als Passivhaus beim Schulgebäude WES in Karlsruhe. Dieser Erfolg energetisch orientierter Planung hat aber überraschende Konsequenzen, die für zukünftige Optimierungsstrategien zu beachten sind:

Kosten des Betriebens

Das auch politisch in den Vordergrund gerückte Interesse an der Verringerung des Wärmebedarfs in Gebäuden ist auch in den zurückliegenden Jahren ein Ergebnis konsequenter Nutzung technischer Anlagen. Dazu gehören Lüftungstechnische Anlagen, hocheffiziente Wärmeversorgung durch Wärmepumpen, Solarthermie oder Geothermie und Stromerzeugung durch Photovoltaik. Parallel hat der Einzug von Kommunikations- und Informationstechnik und die quer zu allen Gewerken verlaufende Gebäudeautomation die Standards in der Gebäudetechnik durchgreifend verändert. Die Auswertung der Projektbegleitungen ergab entsprechend hohe Anteile in den Jahreskosten für das Betreiben (Bedienen + Instandhaltung) – 56 % bei WES und 62 % bei UBA.

Ein von Nutzern und Bauherren gewolltes hohes Niveau technischer Ausrüstungen hat daher eine ernst zu nehmende Konsequenz:

Die mit installierter Technik einhergehenden Prozesse des Betriebens der Anlagen, besonders die Instandhaltung, werden zum dominanten Schwerpunkt der Jahreskosten.

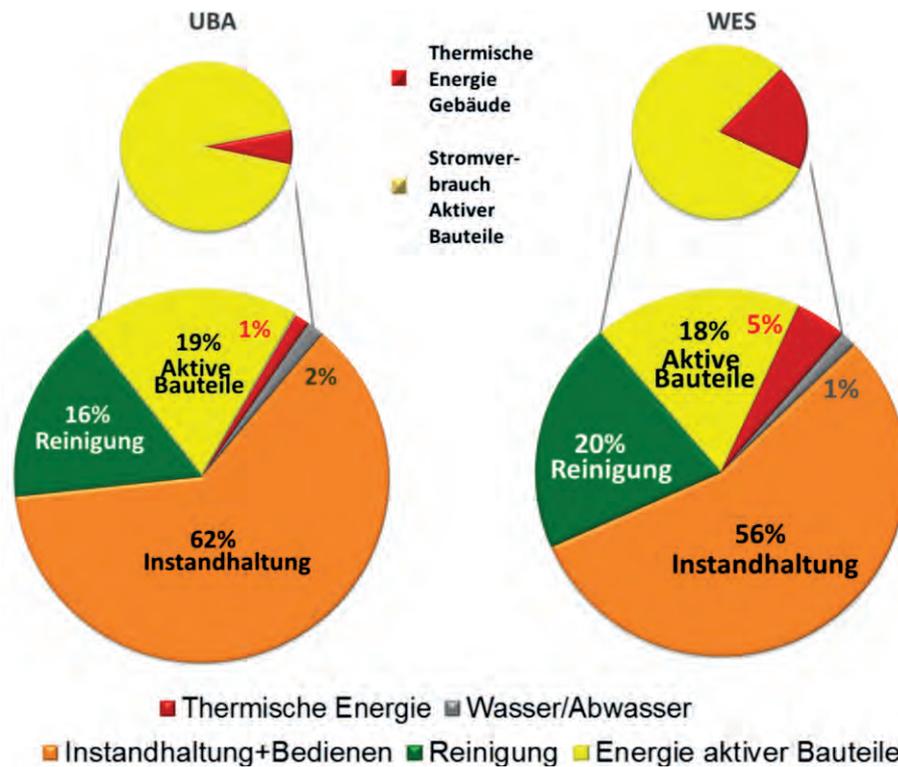
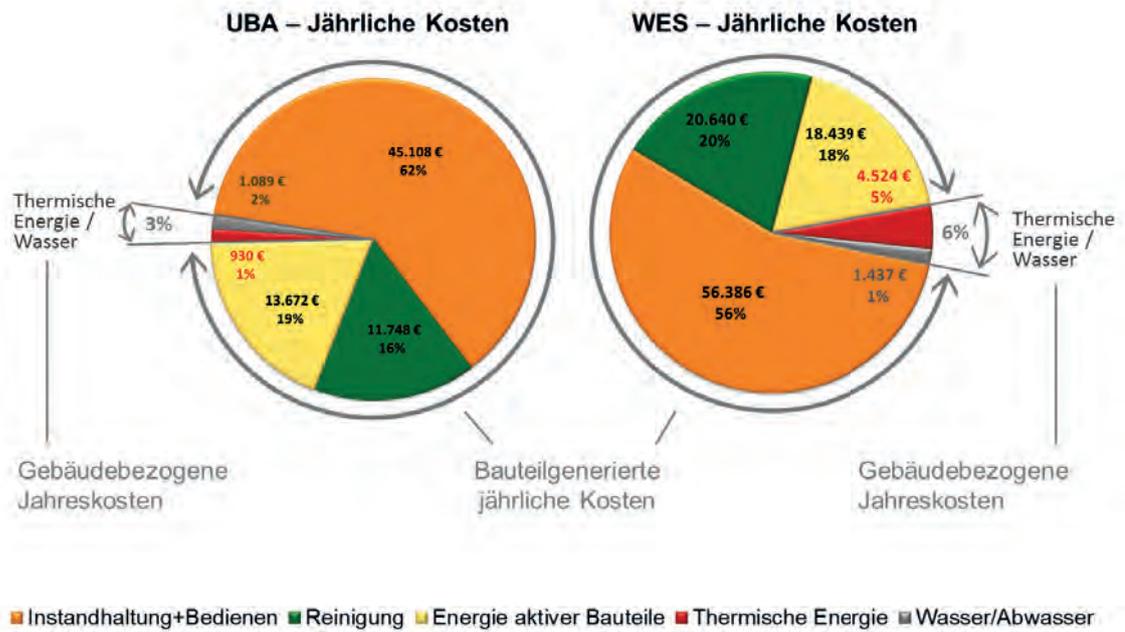


Abb. 6-1 Jährliche Kosten – Differenzierung nach gebäudebezogenen Jahreskosten und bauteilgenerierten Jahreskosten [Quelle IPS]

Kosten Aktiver Bauteile

Im LZK-Modell wurde mit der Kennung „A“ eine Voraussetzung geschaffen, um systematisch eine Durchmusterung aller Bauteile im geplanten Bauwerk zu ermöglichen. Nach einem einheitlichen Berechnungsschema wurde der zeitabhängige Stromverbrauch je Bauteil als Prognosewert ermittelt. Der in Abb. 6-1 ausgewiesene Prozentsatz des Stromverbrauchs Aktiver Bauteile liegt zwischen 18 % (WES) und 19 % (UBA) der gesamten Jahreskosten. Das ist etwa das 5-fache der Jahreskosten für Thermische Energie in diesen Gebäuden. Damit wird ein weiterer Kostentreiber erkennbar, der die bislang einseitige Verfolgung des Einsparpotenzials bei Thermischer Energie relativiert

Die Zunahme Aktiver Bauteile (wie Pumpen, Ventilatoren) und in hohem Maße von elektronischen Komponenten der Kommunikationstechnik und Gebäudeautomation stellt energetisch eine bislang unterschätzte Aufgabe energetischer Gebäudeoptimierung dar).

Kosten der Reinigung

Zur Ermittlung der Reinigungskosten wurde in der bauteilorientierten Leitgliederung mit Hilfe der Kennung „R“ festgelegt, welche Bauteile regelmäßig gereinigt werden. Aus den unterschiedlichen Bauteilarten bei Bodenflächen, zu reinigenden Innenwandflächen (verglaste Innenwände und Innentüren) und den zu reinigenden Außenwandflächen (verglaste Flächen) ergab sich, dass Mengengerüst für Reinigungsprozesse.

Die Berechnung des Reinigungsaufwandes wurde nach einem anerkannten Branchenstandard durchgeführt⁸⁹. Im Vergleich liegen die Anteile an den Jahreskosten in einer für Bürogebäude und Schulen bekannten Größenordnung. Die Einzelwerte sind aber mit 16 % (WES) und 20 % (UBA) gleichwohl ein Ausgangspunkt für Optimierungsansätze, denn in beiden Gebäuden wurden Hartbeläge im Anschluss an ermittelte Lebenszykluskosten ausgewählt – mit deutlichen Unterschieden in den Reinigungskosten bei den Belagsalternativen (vgl. Kap.7.6.1).

⁸⁹ Das Rechenmodell wurde zusammen mit dem Pfiff-Institut für angewandte Gebäudereinigertechnik, Memmingen entwickelt.

6.3 Auswertungen zyklusbezogener Kosten

Berechnung von Erneuerungskosten für Tauschzyklen

Die Erneuerung von Bauteilen oder übergreifend die Erneuerung von Bauwerk-Subsystemen wie z. B. komplette technische Anlagen haben Ähnlichkeit mit den ursprünglichen Herstellungsprozessen. Als wesentlicher Unterschied bedingt jede Erneuerung den Rückbau der vorhandenen Bauteile. Die bauteilbezogenen Erneuerungskosten ergeben sich aus dem Anfangswert der Investition, dem Tauschzyklus der Nutzungsdauern und einem prozentualen Aufschlag für Rückbau, Entsorgung und Aufwendungen für Planung und Organisation.

Anhang A2-2 zeigt in der Aufsummierung über 50 Jahre den zeitlichen Verlauf der Erneuerungskosten. Typisch ist der sprunghafte Anstieg in unregelmäßigen Intervallen.

Grundsätzlich lässt sich die bauteilorientierte Berechnung von Lebenszykluskosten jeweils in der Spanne zwischen Minimum-/ Maximalwert berechnen. Die in dieser Zeit anfallenden Folgekosten inklusive Rückbau und Entsorgung sind dann zusammen mit den Investitionskosten und den in der Nutzungsdauer anfallenden Jährlichen Kosten die für das betrachtete Bauteil zugehörigen Lebenszykluskosten. Ein solcher Ansatz ist rechnerisch möglich, ergäbe aber ein heterogenes Bild mit nicht vergleichbaren Barwerten. Für die Betrachtung von Lebenszykluskosten sind vielmehr Zeitschnitte in definierten Intervallen, i. d. R. 10-Jahres-Schritte bis max. 50 Jahre, der heute gängige Berechnungsstandard. Damit lassen sich auf allen Hierarchieebenen des Bauwerkes sowohl für das Gesamtbauwerk als auch für Subsysteme wie technische Anlagen und für ausgewählte Bauteile sinnvoll Lebenszykluskosten errechnen. Diese Berechnungsweise wurde in den Projektbegleitungen angewendet.

6.4 Auswertung der gesamten Lebenszykluskosten

Die Aggregation der Kostenermittlungen von der Basisebene (5.-6.Stelle) auf die übergeordneten Ebenen der DIN 276 Leitgliederung ermöglicht Auswertungen, die hinsichtlich des Stellenwertes Strategischer Bauteile aufschlussreich sind.

6.4.1 Investitions- und Folgekostenanteile Strategischer und Nicht-strategischer Bauteile in 10 - 50 Jahren

Wenn nach den vorangegangenen Darlegungen vorausgesetzt werden kann, dass Energiekosten im Betrieb zukunftsgerechter Gebäude gegen Null tendieren, verbleiben

rechnerisch nur noch bauteilbezogene Kosten – für Investitionskosten und Folgekosten. Um dafür Kostengerüste entlang der Zeitschnitte – 10 bis 50 Jahre – zu ermitteln, wurden in den folgenden Makro-Auswertungen der LZK Modelle ausschließlich die bauteilbezogenen Folgekosten erfasst – also die Investitionskosten, die aufsummierten Jahreskosten ohne Energiekosten und die aufsummierten Erneuerungskosten.

Das vielzierte 20-80 Verhältnis zwischen Bauwerk-Investition und Bauwerk-Folgekosten wird in den Auswertungen für 50 Jahre nicht bestätigt

Die in den Projektbegleitungen verwendeten LZK-Modelle sind das Ergebnis einer Aufteilung in die Berechnung jahresbezogener Kosten – die Jährlichen Kosten des Betriebs – und die nach Ablauf von Nutzungsdauern sprunghaften Kosten der Erneuerung. Die Aufsummierung dieser beiden Kostenarten im zeitlichen Verlauf über 50 Jahre zeigen im Vergleich beider Projektbegleitungen die Darstellungen im Anhang A2-1-1 und A2-1-2. Sowohl die relativen Verhältnisse beider Kostensummen als auch das Endergebnis nach 50 Jahren spiegeln ein Ergebnis, das der in der Fachwelt des Facility Management seit Jahrzehnten vertretenen These widerspricht, dass am Ende der Gebäudenutzungsdauer die Folgekosten ca. 80 % der Lebenszykluskosten ausmachen. Und wenn man unterstellt, dass die betrachteten Bauwerke nach 50 Jahren zumindest am Ende ihrer Lebensdauer sind, so ist doch das Prognoseergebnis der im LZK-Modell berechneten Kostenverläufe ein ganz anderes:

UBA-PROJEKT – PROGNOSE DER FOLGEKOSTEN ÜBER 50 JAHRE

- Die Investitionskosten der betrachteten Bauteilgruppen KG 300 und KG 400 betragen ca. 3 Millionen Euro.
- Im Verlauf von 50 Jahren betragen die aufsummierten Jährlichen Kosten des Betriebs ca. 2,3 Millionen Euro.
- Im Verlauf von 50 Jahren betragen die aufsummierten Erneuerungskosten zwischen ca. 3 Millionen Euro (bei Min. Nutzungsdauern) und ca. 1,3 Millionen Euro (bei Max. Nutzungsdauern).
- Die Summe von Jährlichen Kosten und Erneuerungskosten beträgt bei minimalen Erneuerungskosten ca. 3,8 Millionen Euro und bei maximalen Erneuerungskosten ca. 5,5 Millionen Euro.

WES-PROJEKT – PROGNOSE DER FOLGEKOSTEN ÜBER 50 JAHRE

- Die Investitionskosten der betrachteten Bauteilgruppen KG 300 und KG 400 betragen ca. 5,4 Millionen Euro.
- Im Verlauf von 50 Jahren betragen die aufsummierten Jährlichen Kosten ca. 2,6 Millionen Euro.
- Im Verlauf von 50 Jahren betragen die aufsummierten Erneuerungskosten zwischen ca. 3,9 Millionen Euro (bei Min. Nutzungsdauern) und ca. 1,7 Millionen Euro (bei Max. Nutzungsdauern).

Zusammengefasst bedeutet dieser Zahlenspiegel, dass sich Folgekosten im Verlauf von 50 Jahren bei beiden Bauwerken der Größenordnung nach noch einmal die gleiche Summe wie die Investitionskosten erfordern.

Von einem 80-20-Verhältnis zwischen Investitionskosten und den gesamten Folgekosten kann nach diesen Ermittlungen keine Rede sein. Das hier in der Fachwelt immer wieder beschworene Pareto-Verhältnis hat sich in der ursprünglichen Fassung nicht bestätigt.

Das Verhältnis von LZK der Baukonstruktion und LZK der Technik kehrt sich um entlang der Bauwerk-Lebensdauer

Die Auswertungen in Abb. 6-2 bis Abb. 6-3 verdeutlichen, dass sich das Verhältnis der Kosten in der DIN 276 KG 300 zu den Kosten in der KG 400 – ausgehend von den Investitionskosten unmittelbar vor Beginn des Normalbetriebs – in den berechneten 10-Jahres-Zeitschnitten deutlich verschiebt. Der ursprüngliche Anteil der Technikkosten in KG 400 beträgt im UBA-Projekt 39 % und im WES-Projekt 22 % (Summe KG 300 + KG 400 = 100 %). Bei Betrachtung der Lebenszykluskosten – also der Addition von ursprünglichen Investitionskosten und den in 10-Jahres-Schritten ermittelten Folgekosten – zeigt Verschiebungen dieses Anteils, die bei 50 Jahren im UBA-Projekt 59 % und im WES-Projekt 47 % betragen. Damit verdreht sich das Anteilverhältnis zwischen Kosten der Baukonstruktion und Kosten der Technik. Die Treiber für diese Umkehr des Basisverhältnisses sind die realisierten Strategischen Bauteile. Obgleich beide Projekte – das UBA-Gebäude ist ein Bürogebäude und das WES-Projekt ist ein Schulgebäude – sehr unterschiedliche Konstruktionen und technische Anlagen haben, sind die jeweiligen Folgekostentreiber die realisierten Strategischen Bauteile, mit weitgehend ähnlichen Kostengruppen.

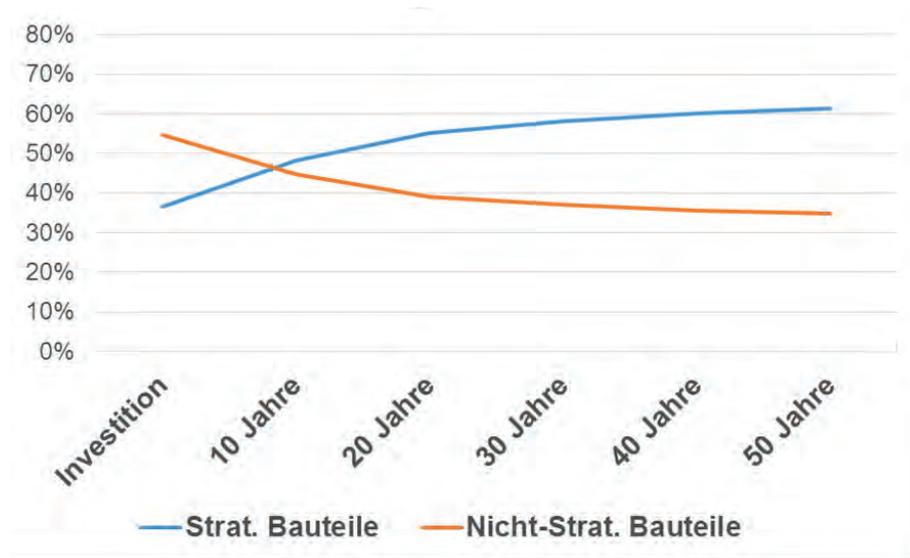


Abb. 6-2 UBA – Kostenverhältnis der LZK Strategischer Bauteile zu den LZK Nicht-strategischer Bauteilen

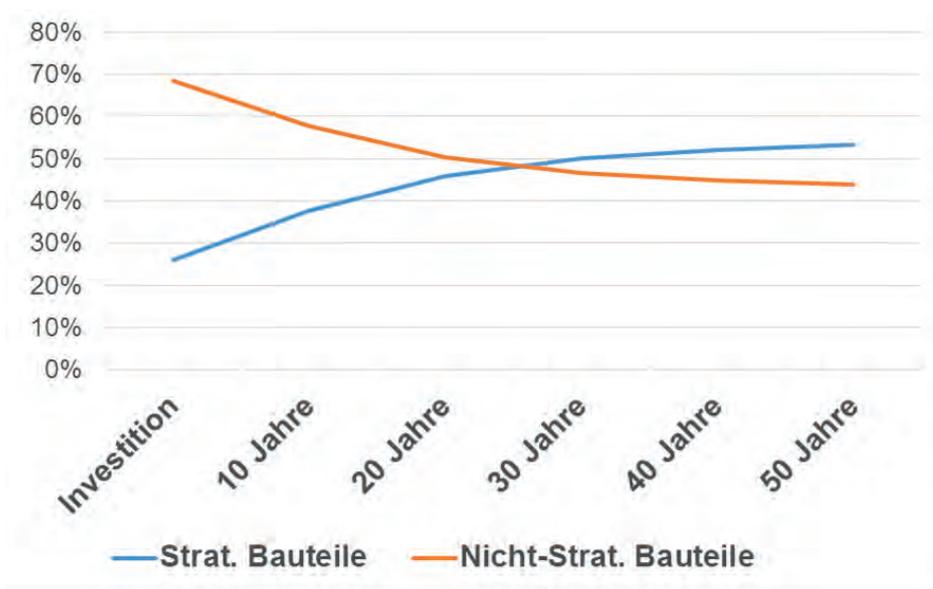


Abb. 6-3 WES – Kostenverhältnis der LZK Strategischer Bauteile zu den LZK Nicht-strategischer Bauteilen

Die Beurteilung, ob ermittelte Lebenszykluskosten in einem gegebenen Entwurfszustand günstig sind, ist also untrennbar damit verbunden, wie das Anfangsverhältnis von Kosten für die KG 300 und KG 400 durch bauteilbezogene Einzelentscheidungen zustande kommt. Das wiederum ist abhängig von der jeweiligen Bauwerksklasse, in der

6. Auswertungen der LZK-Rechenmodelle

grundsätzlich unterschiedliche Proportionen für dieses Verhältnis zu beachten sind. In der von AMEV 2013 veröffentlichten Übersicht „TGA-Kosten Betreiben 2013“⁹⁰ zeigt die Tabelle für Institutsbauten im Anhang eine Übersicht der Anteile der KG 400 an den ursprünglichen Bauwerkskosten (Investitionskosten als Anfangskosten). Der folgende Auszug aus dieser Tabelle (Tab. 6-1 Vergleich der Investitionsanteile für die technische Gebäudeausrüstung [Quelle: AMEV 2013, Auszug]) soll verdeutlichen, dass mit wahrscheinlichen Technikanteilen bei Beginn der Entwurfsarbeit aufgrund der zu bearbeitenden Bauwerksklasse von Anfang an erhebliche Kostenrisiken in der LZK-Perspektive einhergehen.

Gebäudenutzung	Bauwerkskosten KG 300+400 [€ / m ² NF]	Technikkosten KG 400 [€ / m ² NF]	Technikkosten KG 400 in % der Bauwerkskosten
Erziehungswissenschaften	3200	608	19 %
Verwaltungsgebäude	2890	578	20 %
Physikforschung, Tierforschung / Biologie, Materialforschung	8810	4581	52 %

Tab. 6-1 Vergleich der Investitionsanteile für die technische Gebäudeausrüstung
[Quelle: AMEV 2013, Auszug]

WEITERFÜHRENDE FORSCHUNGSAUFGABE

Die vorliegenden Auswertungen aus den Projektbegleitungen machen deutlich, dass der jeweilige Technikanteil und die darin enthaltenen Strategischen Bauteile, mit jeweils hohen Folgekostenanteilen, Entwurfsaufgaben besonders in der Phase der Vorplanung, im Hinblick auf die dadurch generierten Folgekosten ein erhöhtes Maß an Aufmerksamkeit und planerischer Kontrolle verlangen. Dazu fehlen aber Planungsinstrumente und bauteilorientierte Kennwerte, die aus realen Betriebsprozessen abgeleitet wurden. Besonders im öffentlichen Gebäudebestand sollten nach den Zielsystemen der Nachhaltigkeit, wie sie im BNB-System formuliert sind, Folgekostenanalysen systematisch durchgeführt werden, um die „Folgekostentreiber“ – vor allem Strategische

⁹⁰ AMEV (2013).

Bauteile – ausfindig zu machen und damit zur Grundlage für Planungsentscheidungen aufzubereiten.

6.4.2 Abgleich Investitionskosten und Folgekosten – 2.Stelle DIN 276

In beiden Projektbegleitungen wurden die Investitionskosten und die bauteilorientierten zugehörigen Folgekosten auf der 5. bis 6. Stelle der DIN 276-Leitgliederung ermittelt. Die Zusammenfassung der Kosten auf der 2. Stelle erfolgte daher als Aufsummierung. Diese aggregierten Kosten haben vor allem deswegen Aussagekraft, da sie die Kostengenauigkeit der Ermittlung auf der 5. bis 6. Stelle enthalten und im Hinblick auf die Strategische Bewertung von Kostenschwerpunkten aufschlussreich sind. Die Abb. 6-5 zeigen solche Auswertungen für die zusammengehörigen Investitionskosten und Folgekosten auf der 2. DIN 276-Stelle. Folgende Ergebnisse sind im Vergleich beachtenswert:

Rangfolge der 2-stellig ermittelten Lebenszykluskosten

- Auffallend in beiden LZK-Modellen ist der Rang 1 durch die Gebäudeautomation. Folgekostentreiber sind im GA-Gewerk gleich mehrere, die sich überlagern: kurze Nutzungsdauern, Höchstwerte bei Jahreskostenfaktoren, ein ungewöhnlich hoher Anteil an Hilfsenergie durch Stand-by-Kosten bei Aktiven Komponenten.
- Verwerfungen zwischen hohen Investitionskosten und Folgekosten für Reinigung bei Außenwänden.
- Hohe Folgekosten bei zugleich hohen Investitionskosten der Lüftungstechnischen Anlagen.
- Hohe Folgekosten bei Starkstromanlagen (verursacht durch Beleuchtung).

Die Aggregation von investiven Kosten und Folgekosten im 2-stelligen Bereich der DIN 276-Leitgliederung ist zwar aufschlussreich im Hinblick auf zu erwartende Kostenschwerpunkte, wenn man diese Erfassungstiefe in frühen Entwurfsphasen verwendet. Sie darf aber nicht darüber hinwegtäuschen, dass die eigentlichen Folgekostentreiber und deren Abhängigkeit zu investiven Kostenanteilen erst dann transparent werden, wenn man mindestens auf der 5. Stelle der Leitgliederung Kosten ermittelt und vergleicht.

6. Auswertungen der LZK-Rechenmodelle

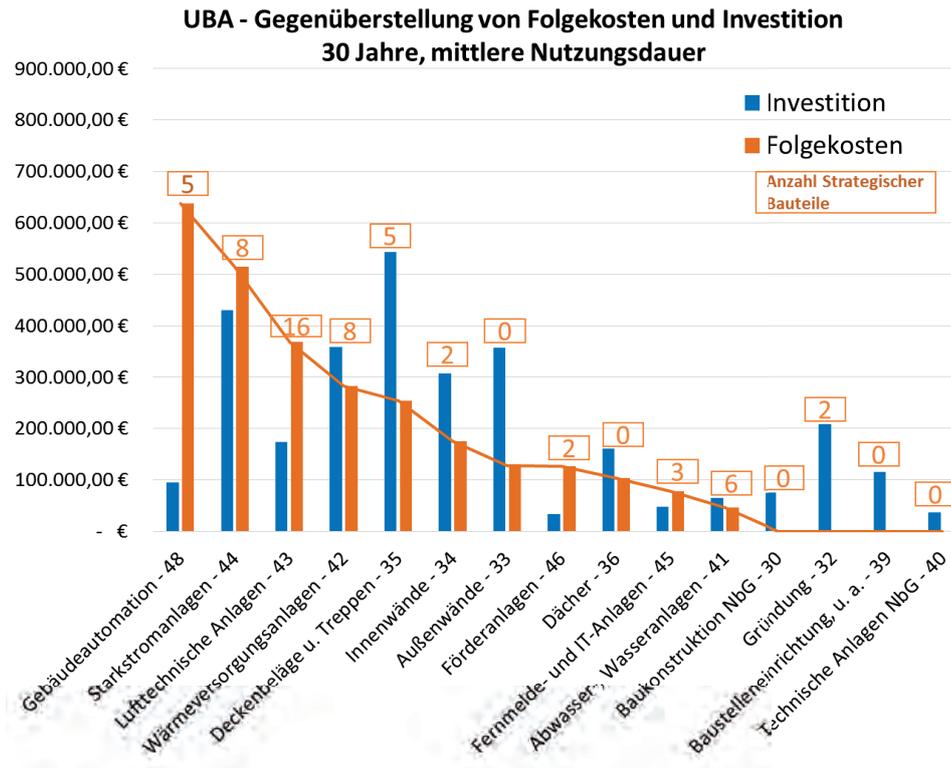


Abb. 6-4 UBA - Gegenüberstellung Investitionskosten und Folgekosten DIN 276 2.Stelle mit zugeordneter Anzahl Strategischer Bauteile

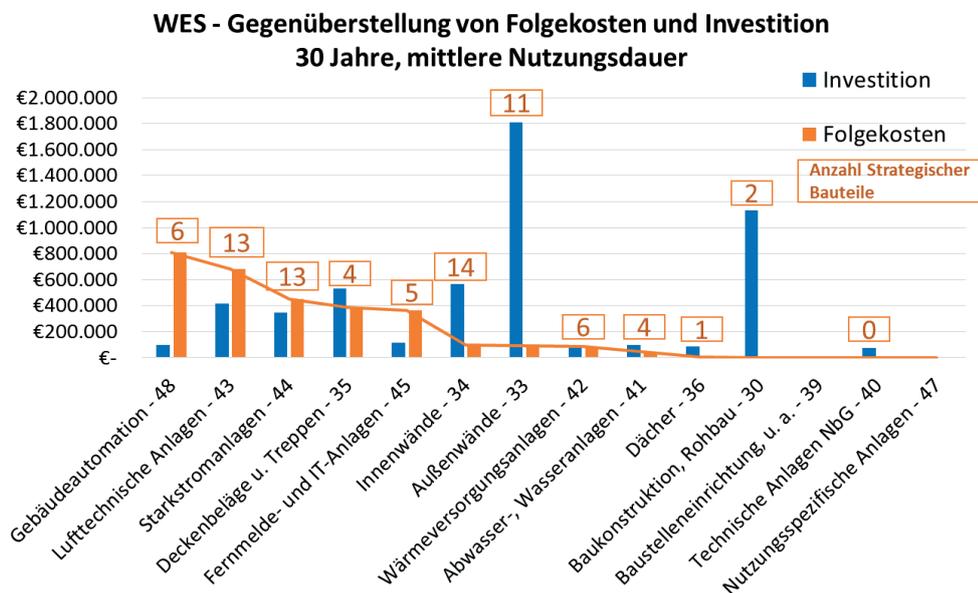


Abb. 6-5 WES - Gegenüberstellung Investitionskosten und Folgekosten DIN 276 2.Stelle mit zugeordneter Anzahl Strategischer Bauteile

Erfolgskritisch sind hier wartungsintensive und energetisch aktive Bauteile wie z. B. Frequenzumformer, Ventilatoren und Pumpen. So sind in der Raumluftechnik oft über 50 % der gesamten Anlageninvestition ohne Folgekosten innerhalb der gesamten Lebensdauer dieser Anlagen. Entsprechend gilt für die Beleuchtungsanlagen, dass die gesamte Verkabelung keine Relevanz für jährliche Folgekosten und auch kaum Relevanz für Nutzungsdauern hat. Erfolgskritisch sind hier auch die Leuchten bzw. Leuchtmittel.

6.4.3 Pareto-Verteilungen bauteilbezogener Folgekosten in 10 - 50 Jahren

Wenn man konsequent bereits in frühen Planungsphasen bauteilorientiert in der Leitgliederung der Investition für ausgewählte Kostengruppen über die 3. Stelle hinausgeht und bis auf die 5. oder 6. Stelle im Detail investive Bestandteile mit zugehörigen Folgekosten untersucht, eröffnen sich für Planer und Entscheider Möglichkeiten, die für diese Phasen charakteristische Kostenungenauigkeit partiell zu überwinden. Das belegen die folgenden bauteilorientierten Auswertungen, die insgesamt ein breites und differenziertes Datenfeld umfassen, das sich als Grundlage für die in Kap. 7 beschriebenen Optimierungen bewährt hat.

Dabei werden für wenige ausgewählte Strategische Bauteile relativ genaue Investitionskosten ermittelt – ggf. gestützt durch produktbezogene Marktrecherchen – und auf dieser gefestigten Basis bauteilgenerierte Folgekosten mit einer Kostengenauigkeit zugeordnet, die aufgewiesene Entwurfs- und Bauteil-Alternativen bewertbar und entscheidbar macht.

Die in Kap. 5.2 beschriebene 2-fache Kostenunschärfe wird damit weitgehend vermieden. Der eigentliche Vorteil dieses Vorgehens liegt aber in der Eingrenzung eines Optimierungs-Suchraumes, der mit vertretbarem planerischem Aufwand die Differenzierung und den Vergleich von baukonstruktiven und technischen Alternativen ermöglicht.

Um sich ein realistisches Bild von den dafür benötigten Kosten-Dipolen – aus investiven Kosten und zugehörigen Folgekosten – machen zu können, wurden die mit optimaler Genauigkeit ermittelten Investitions- und Folgekosten auf der 5. Stelle der Leitgliederung in den LZK-Modellen der Projektbegleitungen dargestellt. Der höchste Genauigkeitsgrad ergab sich dadurch, dass die Investitionskosten aus Vergaben (abge-

schlossene Bauverträge) mit einem Genauigkeitsgrad von ca. 95 % in die Berechnung eingegangen sind⁹¹. Die Folgekosten wurden bauteilbezogen auf der bestmöglichen Genauigkeitsstufe ermittelt. Interessant sind nun die Ergebnisse der in den Projektbegleitungen ermittelten Lebenszykluskosten in den Kosten-Dipolen auf verschiedenen Hierarchiestufen, insbesondere auf der Basisstufe der 5. bis 6. Stelle der Leitgliederung. Dazu wurden folgende Auswertungen in aufeinanderfolgenden Stufen durchgeführt, die jeweils Aufschlüsse über Zusammenhänge zwischen investiven Kosten und Folgekosten der in den Projekten realisierten Bauteilklassen eröffnen.

Auswertung der bauteilbezogenen Folgekosten – 5. bis 6. Stelle

Die folgenden Auswertungsergebnisse entstanden durch zwei gegenläufige Annäherungen mit folgenden Bearbeitungsschritten:

SCHRITT 1: Für die Gesamtheit aller als Bauteile erfassten Kostenelemente wurden die bauteilabhängigen Folgekosten (ohne Wärmebedarf und Wasserverbrauch) – vgl. in abfallender Sortierung aufgelistet.

SCHRITT 2: In der aus Schritt 1 sich ergebenden Kostenverteilung wurde vom Randbauteil mit den größten Folgekosten beginnend in absteigender Folge die Summe derjenigen Bauteile zusammengefasst, die als Investitionskosten ca. 20 % ergaben.

SCHRITT 3: Umgekehrt wurden in gleicher Abfolge der sortierten Bauteile alle Bauteile in absteigender Folge zusammengefasst, die als Summe der Folgekosten 80 % ergaben.

Das Auswertungsergebnis zeigte zwei Grenzpositionen, die mit „Fahnen“ in den Grafiken markiert wurden. Aus den kombinatorischen Möglichkeiten der fünf gewählten Zeitschnitte (zwischen 10 Jahren und 50 Jahren) und den drei verwendeten Nutzungsdauerwerten (Min., Mittel, Max.) zeigte sich in den jeweiligen Verteilungen ein Unterschied in Abstand dieser beiden Fahnen. Je näher sie zusammenlagen, umso mehr entsprach die Verteilungskurve einem Pareto-Verlauf, d. h. ca. 20 % der Investition bewirken ca. 80 % der zugehörigen Folgekosten.

⁹¹ Die Auswertung erfolgte durch die in der Projektbegleitung durchgeführte Matrix-Verschlüsselung von bauteilbezogenen Kostenelementen und den später in der Ausschreibung nach Gewerken aufgeschlüsselten LV-Positionen.

Pareto-ähnliche Verteilungen

Eine vergleichende Betrachtung der 15 Verlaufsvarianten zeigte auch, wovon die Distanz der Fahnen und damit die Nähe zur Pareto-Charakteristik abhängt. Der Grund liegt in dem Einfluss der Erneuerungskosten:

- Verlaufskurven mit mittleren und maximalen Nutzungsdauerwerten sind weniger pareto-charakteristisch.
- Verlaufskurven mit Erneuerungskosten, die erst nach 20 Jahren und dann zunehmend häufiger anfallen, führen zu einer Abweichung von dem Referenzmuster der 20 %- / 80 %-Verteilung. Aber auch dann zeigen sich immer noch pareto-ähnliche Verhältnisse, wie z. B. 20 % der Investition bewirken auch bei langen Nutzungsdauern und Zeitspannen von bis zu 50 Jahren einen Anteil der Folgekosten zwischen 50 % und 60 %.

Die Charakteristik der dargestellten kombinatorisch möglichen 15 Verteilungskurven ist zwischen den Bauteilkonfigurationen im UBA-Projekt und im WES-Projekt sehr ähnlich. Die vorliegenden Forschungsergebnisse legen nahe, dass derartige Verteilungen in Nicht-Wohngebäuden mit einer jeweils ähnlichen Charakteristik von Technikanteilen auch ähnliche Verlaufsmuster haben.

Anteil von Bauteilen ohne Folgekosten im Betrachtungszeitraum

Die Darstellungen in den Abb. 6-6 bis Abb. 6-9 (Ausschnitt aus Anhang A2-3) enthalten alle je Bauprojekt erfassten Bauteile, sortiert nach den jeweils bauteilbezogen ermittelten Folgekostenanteilen an den Gesamtfolgekosten des Bauwerks. Typisch ist der bauteilbezogene Parallelverlauf von absteigenden Anteilen der Bauteil-Folgekosten mit den dazu in gleicher Reihenfolge aufsummierten Bauteil-Folgekosten⁹².

Es wird deutlich, dass ein erheblicher Anteil von Bauteilen in allen Verläufen - und in beiden Projekten – in einer Spanne zwischen ca. 20 % und 70 % der gesamten Investi-

⁹² Auffallend ist der für klassische Pareto-Verteilungen typische Kurvenverlauf aufsummierter Werte. Die mathematisch anmutende Charakteristik konnte im Forschungsteam bislang aber nicht geklärt werden.

6. Auswertungen der LZK-Rechenmodelle

tionskosten – Bauteile betrifft, die in den jeweils rechnerisch betrachteten Zeitschnitten (10 bis 50 Jahre) keinerlei Folgekosten auf der Bauteilebene generieren⁹³.

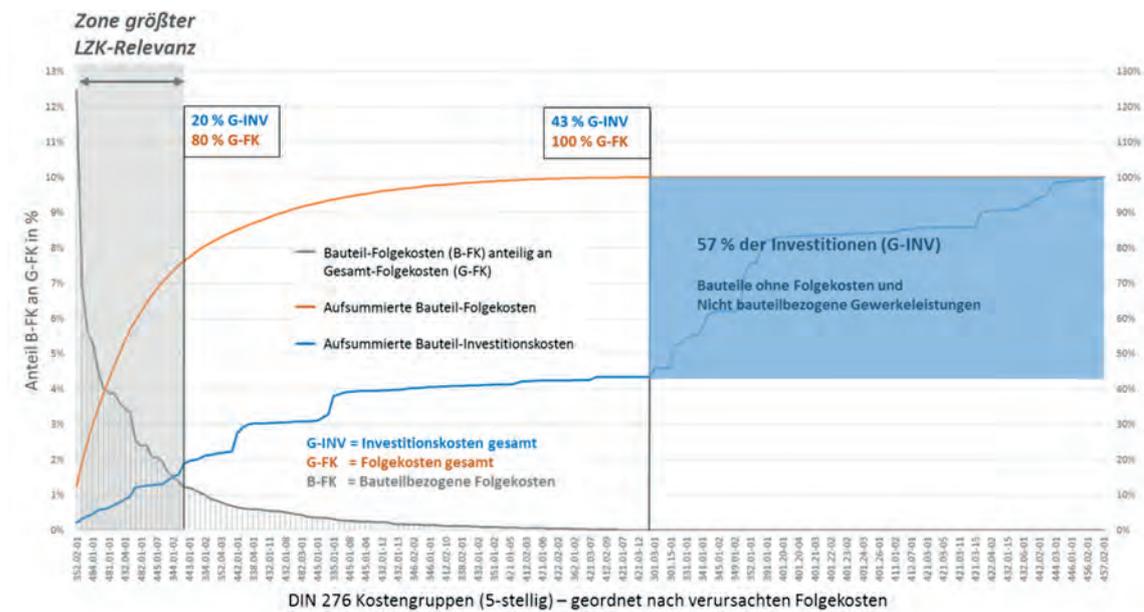


Abb. 6-6 UBA – Pareto-Verteilung bauteilbezogener Investitionskosten und Folgekosten – 10 Jahre, max. ND

⁹³ Hier wurden die energetischen Kosten für den Thermischen Wärmebedarf (Heizen, Kühlen) und der Wasserverbrauch nicht einbezogen. Da diese Kosten aber im Gesamtbild der Kosten < 1 % sind, wird die Hauptaussage der Verteilungsmuster nicht beeinflusst.

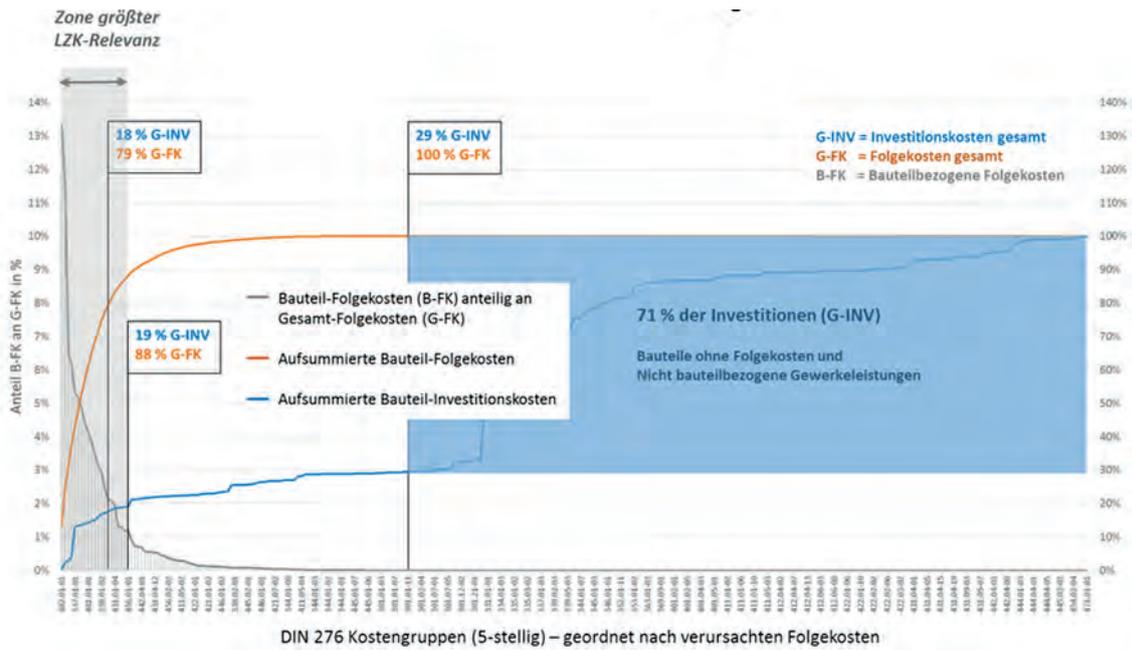


Abb. 6-7 WES – Pareto-Verteilung bauteilbezogener Investitionskosten und Folgekosten – 10 Jahre, max. ND

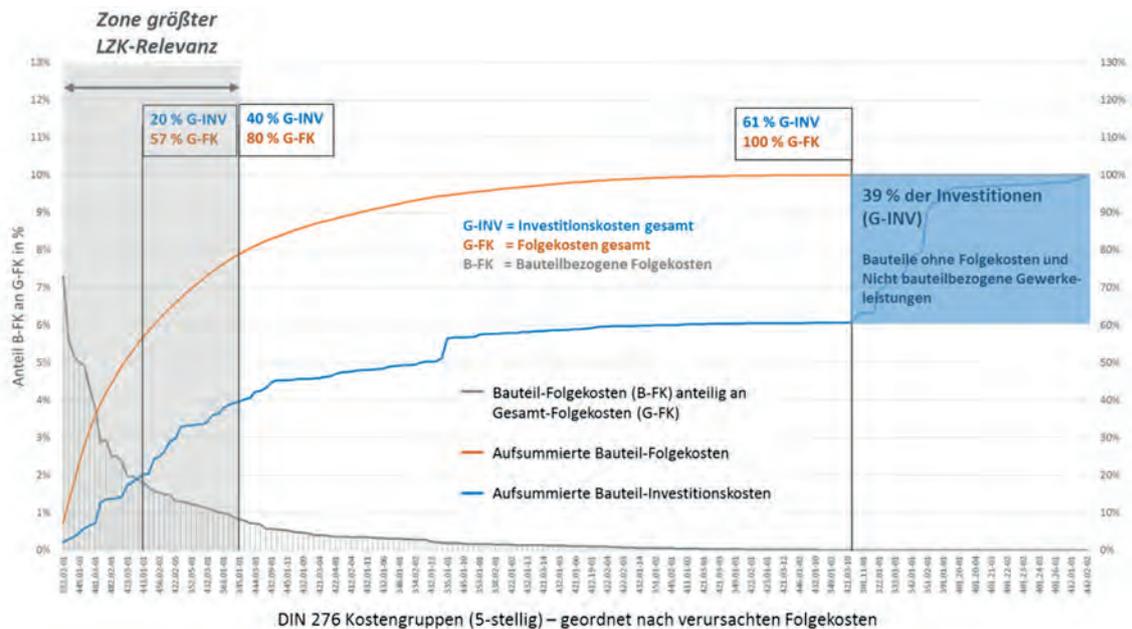


Abb. 6-8 UBA – Pareto-Verteilung bauteilbezogener Investitionskosten und Folgekosten – 50 Jahre, max. ND

6. Auswertungen der LZK-Rechenmodelle

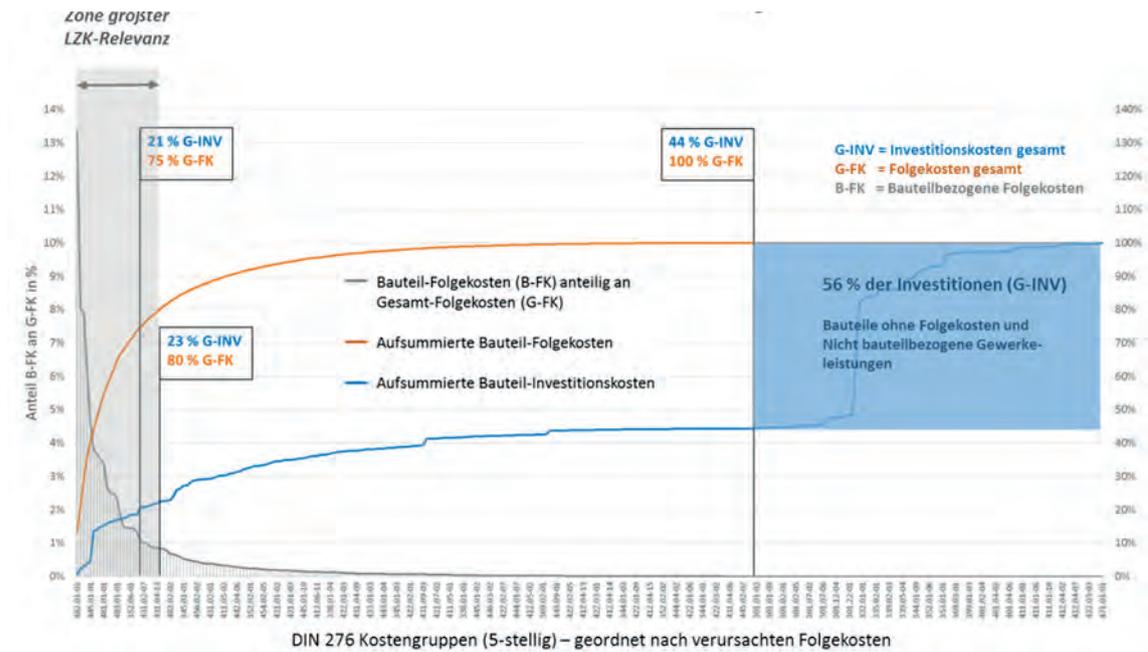


Abb. 6-9 WES – Pareto-Verteilung bauteilbezogener Investitionskosten und Folgekosten
– 50 Jahre, max. ND

WEITERFÜHRENDE FORSCHUNGSAUFGABE

Die pareto-ähnlichen Verteilungsmuster für das Verhältnis von Investitionskosten und Folgekosten entlang differenzierter Bauteile sind im hohen Maße abhängig von dem investiven Technikanteil, denn hier befinden sich Strategische Bauteile mit den größten Folgekostentreibern. Zu untersuchen ist in welchem Maße Gebäudetypen spezifische Charakteristika aufweisen, die in standardisierbaren Verteilungsmustern abgebildet werden können. So wäre es z. B. aufschlussreich Verwaltungsgebäude, Forschungsgebäude mit unterschiedlichen Laboreinrichtungen und andere Nicht-Wohngebäude, besonders im öffentlichen Bereich, mit solchen Standards hinterlegen zu können. Das hätte für den Projektablauf besonders in den frühen Planungsphasen den Vorteil, dass Folgekostentreiber frühzeitig identifizierbar und planerisch beeinflussbar sind und dadurch Kostenunsicherheiten verringert werden können – zugleich aber Optimierungsspielräume im „geringinvestiven Bereich“ für günstige Lebenszykluskosten und optimierte Qualitäten der Nachhaltigkeit als Entwurfs- und Planungsziele vorgegeben werden können.

Auf dieser Grundlage wäre auch ein über alle Projektphasen bis hinein in die Betriebsphasen mögliches lebenszyklusorientiertes Controlling entwickelbar, dass die Investitionsverantwortung mit den Betreiberverantwortungen im Bestand in eine gemeinsame Langzeit-Verantwortung einbinden würde.

„Lebenszyklusorientierte Planungsprozesse, Ausschreibungen und Vergaben – Pilotierung in der Projektbegleitung öffentlicher Bauvorhaben“ - Forschungsinitiative ZukunftBAU – Stand 05-2015

6.5 Lebenszykluskosten-Faktoren

Als besonders aufschlussreich zur Beurteilung der Relevanz von Bauteilen für die Optimierung von Lebenszykluskosten erwiesen sich Auswertungen der Verhältniszahlen zwischen Folgekosten und Investitionskosten je Kosten-Dipol – besonders für abgrenzbare Bauteile auf der 5. bis 6. Stelle der DIN 276.

DEFINITION

Lebenszykluskosten-Faktor (LZK-Faktor)

Für einen beliebigen Kosten-Dipol auf einer beliebigen Systemebene der Objekthierarchie – LZO3 bis LZO 1 – wird das Verhältnis zwischen Investitionskosten und Folgekosten als Lebenszykluskosten-Faktor bezeichnet – abgekürzt LZK-F.

Solche Verhältniszahlen wurden vom Autor im ZukunftBAU Projekt „LifeCycle Benchmarking“ eingeführt und als „Lebenszykluskosten-Faktoren“ (LZK-Faktoren) bezeichnet⁹⁴. LZK-Faktoren waren in der Begleitung der zwei Neubauvorhaben UBA und WES hilfreich, um diejenigen Bauteile herauszufinden, die die größten Anteile an Folgekosten verursachen – und damit das größte Potenzial für die Optimierung von Kosten-Dipolen hatten.

Größenordnungen der LZK-Faktoren

Beachtenswert sind die Größenordnungen der jeweils ermittelten LZK-Faktoren der identifizierten Strategischen Bauteile. Besonders Komponenten der Gebäudetechnik haben Folgekosten innerhalb von 30 Jahren im Extrem bis zum 15-fachen ihrer investiven Errichtungskosten. Bei Baukonstruktionen sind es insbesondere zu reinigende Bauteile, wie Bodenbeläge, die in der gleichen Zeitspanne LZK-Faktoren bis zum 10-fachen der investiven Kosten aufweisen (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**).

⁹⁴ ZukunftBAU Balck (2013)

6. Auswertungen der LZK-Rechenmodelle

UBA 30 Jahre, maximale ND				Anteil						LZK-Faktor
5. KG-Stelle	Bezeichnung Bauteile	S	A R	Investition [EUR]	an Investition	Betreibungs- [EUR]	Erneuerung [EUR]	FK gesamt [EUR]	Anteil an FK	
KG 338 Sonnenschutz										
338.05-01	Sonnenschutz manuell	S	R	2308	0,1%	5411	3232	8643	0,4%	3,75
338.04-01	Sonnenschutz Antriebsmotoren	S	A R	6184	0,2%	9053	8662	17715	0,9%	2,86
338.03-01	Markisenstoff	S	R	7140	0,2%	82	14362	14443	0,7%	2,01
338.02-01	Markise Antrieb	S	A	2380	0,1%	1583	1825	3407	0,2%	1,43
338.01-01	Markise Mechanik	S		8239	0,3%	2422	6034	8456	0,4%	1,03
KG 334 Außentüren und -fenster										
334.02-02	Magnetkontakte Fenster	S		3034	0,1%	0	6802	6802	0,3%	2,24
334.01-01	Magnetkontakte Türen	S		1523	0,1%	0	3415	3415	0,2%	2,24
334.01-02	Drehtüranlagen	S		24791	0,8%	14577	0	14577	0,7%	0,59
334.02-01	Außenfenster 334.01 (Basis)	S	R	77715	2,6%	36901	0	36901	1,8%	0,47
KG 352 Deckenbeläge										
352.04-03	Belegung Bodenelektranten	S	R	2394	0,1%	11474	1753	13227	0,6%	5,52
352.05-01	Deckenbelag Fliesen	S	R	6721	0,2%	30575	0	30575	1,5%	4,55
352.04-01	Bodenbelag Linoleum	S	R	2781	0,1%	10039	1800	11840	0,6%	4,26
352.02-01	Parkett	S	R	65199	2,2%	182170	0	182170	8,8%	2,79
352.03-01	Sauberlaufsystem	S	R	1666	0,1%	834	2592	3426	0,2%	2,06
352.02-02	Installationsdoppelboden	S		25400	0,8%	4978	0	4978	0,2%	0,20
352.01-01	Estrich			58065	1,9%	0	0	0	0,0%	0,00
352.04-02	Unterkonstruktion Install.boden			16340	0,5%	0	0	0	0,0%	0,00

S = Strategisches Bauteil / A = Aktives Bauteil / R = Reinigung, FK / Folgekosten, FKI / Folgekostenindex / LZK = Lebenszykluskosten

Tab. 6-2 Beispiele Strategischer Bauteile – Auswertung nach Kennungen und Kostengruppen

Abb. 6-10 zeigt beispielhaft zwei Übersichten für die begleiteten Neubauvorhaben, die in den Pareto Auswertungen ermittelt wurden (mehr in Anhang A2-5). Sie enthalten jeweils diejenigen Bauteile, die ca. 20 % der Investition umfassen und ca. 80 % aller Folgekosten generieren. Sie zeigen bei der Sortierung aller Bauteile nach den LZK-Faktoren eine ähnliche Rangfolge

Wie in den vorangegangenen Ausführungen herausgearbeitet wurde, gibt es aber tatsächlich ausgeprägte Pareto-Verhältnisse zwischen Investitionskosten und Folgekosten. Sie werden erkennbar, wenn man diejenigen Bestandteile einer Bauinvestition herausfiltert, die aufgrund technologischer Abhängigkeiten zwischen Gebäudebestandteilen und Folgeprozessen die eigentlichen Urheber der Folgekosten sind.

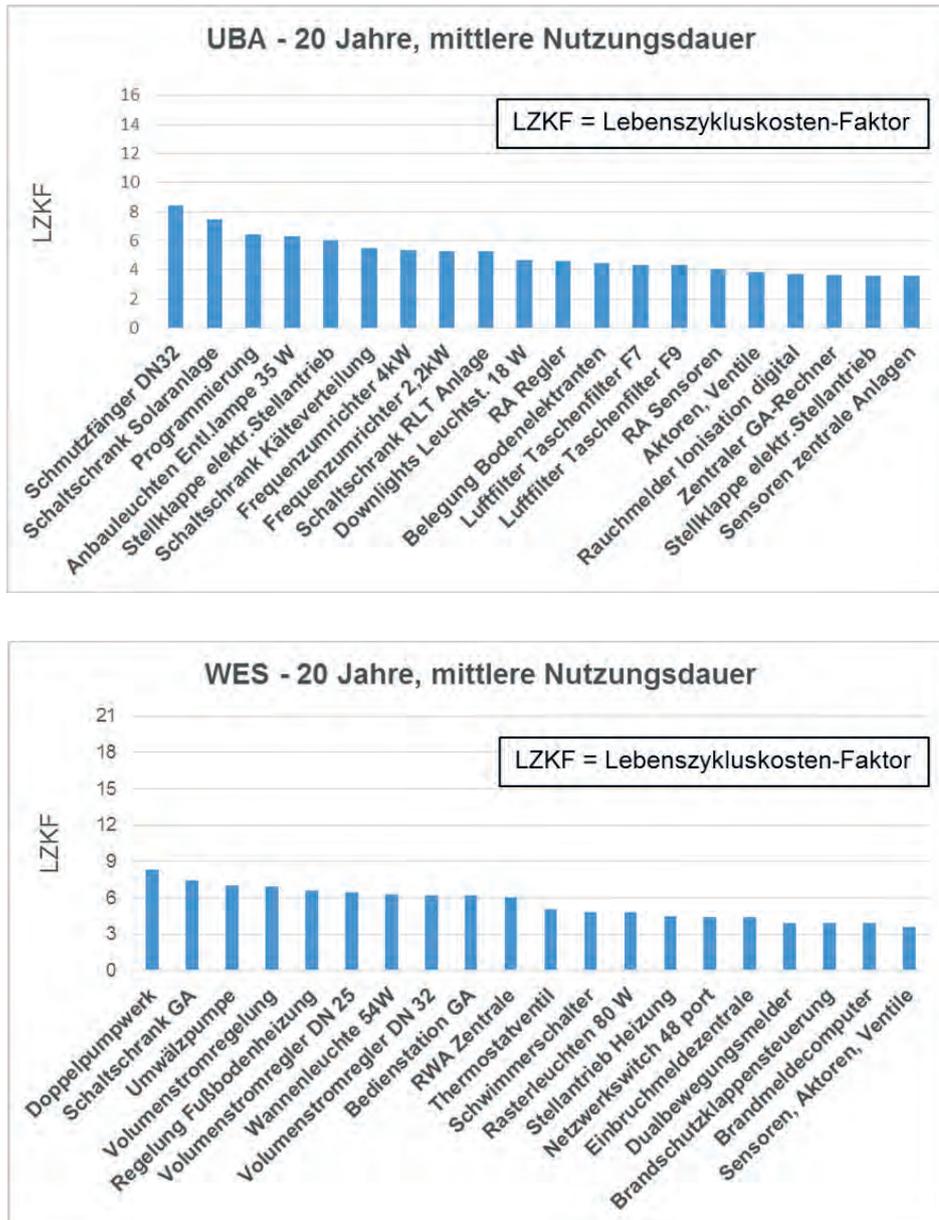


Abb. 6-10 Auswertungen aus Pareto-Verteilungen in den Projekten UBA und WES mit LZK-Faktoren strategischer Bauteile, die im Berechnungszeitraum von 20 Jahren ca. 20 % der gesamten Investition umfassen

Auch wenn dies zurzeit noch eine methodische Hypothese darstellt, kann als Ergebnis unserer Forschungsarbeit folgende Empfehlung für Bauherren, Architekten und planende Ingenieure gegeben werden:

Mit Hilfe der Identifizierung Strategischer Bauteile durch LZK-Faktoren kann ein Relevanz-Katalog typischer Bauteilarten mit LZK-Benchmarks aufgebaut werden, der für ausgewiesene Gebäudetypen eine Entwurfshilfe bietet. Damit können bereits in frühen Planungsphasen Lebenszykluskosten des gesamten Bauwerks durch Optimierung weniger Bauteile signifikant gesteuert werden.

6.6 Überwindung von einseitig thermischen Optimierungen – hin zu umfassenden Optimierungen aller Folgekosten

Die zuvor betrachteten Auswertungen haben gezeigt, dass in beiden Vergleichsgebäuden UBA und WES allein die bauteilgenerierten Folgekosten über 90 % der Jahreskosten betragen. Mit der Auswertung der Erneuerungskosten erhöht sich der Stellenwert der Bauteile, denn diese Kosten werden ebenso wie deren Berechnungsbasis – die Investitionskosten – bauteilbezogen berechnet. Da nun, wie die Jahreskostenvergleiche deutlich machen, Energieoptimierungen zu Null-Energie-Gebäuden führen (thermisch) oder wie bei „UBA 2019“ sogar energetisch autarke Bauwerke (thermisch plus Stromversorgung) ermöglichen, wird zukünftig die Optimierungsaufgabe von Folgekosten anders als bisher aussehen:

Zukünftig muss es also darum gehen, die energetische Gesamteffizienz von Bauwerk-Bestandteilen – thermisch und elektrisch – in Abhängigkeit von den Prozessen und Kosten des Betriebens zu beachten. Der ökonomische Aspekt der Nachhaltigkeit wird also wesentlich differenzierter Entwurfs- und Planungsprozesse strukturieren, wenn nicht nur energetische Merkmale von Anlagen und Bauteilen, sondern deren Prozesse im Betrieb detailliert einbezogen werden. Die Optimierungsaufgabe hat zukünftig mehrere Schichten – mit der energetischen Optimierung als Basisschicht:

Basis der LZK-Optimierung – Energetische Folgekosten mit Null-Tendenz

THERMISCHE ENERGIEEFFIZIENZ + EFFIZIENZ STROMVERBRAUCHENDER GERÄTE / BAUTEILE

Basisabhängige LZK-Optimierung – Bauteilbezogene Folgekosten

PROZESSKOSTEN BETREIBEN / REINIGUNG + ERNEUERUNGSKOSTEN + END OF LIFE-KOSTEN

Wenn die Ausschöpfung energetischer Effizienzstrategien im Bauprojekt vorausgesetzt werden kann, lässt sich im Umkehrschluss folgern, dass dann bei der Optimierung von Folgekosten nur noch bauteilbezogene Kostenberechnungen in Betracht kommen.

WEITERFÜHRENDE FORSCHUNGSAUFGABE

Der Unterschied zwischen dem Aufwand von Rückbauprozessen und Entsorgungsprozessen ist nicht nur bauteilabhängig, sondern hängt auch von den Gegebenheiten im jeweiligen Bauwerk ab. Zur Berechnung von Erneuerungskosten werden prozentuale Kennwerte benötigt, die in Bezug auf die Anfangswerte der jeweiligen Investitionseinheit eine Berechnungsgrundlage mit vertretbarer Genauigkeit ermöglichen. Dazu müssten in öffentlichen Gebäuden oder in einem Gebäudebestand, in denen durch organisiertes Facility Management regelmäßig Bestandsdaten erfasst werden, ein Kennwertesystem aufgebaut werden. Dazu werden korrespondierende Kennwerte für den jeweiligen Aufwand für Planungs- und Organisationsleistungen in Erneuerungsprozessen benötigt.

Für die Abwägung von Vorteilen und Nachteilen bei bauteilbezogener Höhe der eingesetzten Investitionskosten und der Ermittlung und Beurteilung nachfolgender Kosten im jährlichen Betrieb und in den Erneuerungszyklen fehlen allerdings für die Planungspraxis bis heute ausreichend sichere und belastbare Berechnungsgrundlagen. Da erfahrungsgemäß im Rahmen der Bürotätigkeit von Architekten und Ingenieuren solche Grundlagen in der Regel nicht entwickelt werden können, sind Betreiberinstitutionen und Immobilieneigentümer gefragt, entsprechende Datensammlungen, gestützt durch Datenbanken, aufzubauen.

In diesem Zusammenhang ist auch das Endglied von Erneuerungsketten zu beachten, wenn End of Life-Kosten durch Stilllegung oder endgültigen Abbruch eines Bauwerkes entstehen.

End of Life-Kosten sind also zweimal entlang von Erneuerungsketten zu berücksichtigen: Für jeden Tauschzyklus innerhalb der Gesamtnutzungsdauer von Bauwerken und zusätzlich als Endglied dieser Ketten. End of Life-Kosten sind für nachhaltiges Konstru-

ieren – besonders bei Bauteilen der Baukonstruktion – zunehmend eine Herausforderung für Architekten und Ingenieure.

Mögliche Kenngrößen der Erneuerung – eine Forschungsaufgabe

- Berechnung der Erneuerungskosten eines Bauwerkes, differenziert nach den DIN 276 Kostengruppen der 3. bis 6. Stelle – als Spiegelung der Erstkosten
- Höhe der End of Life-Kosten je Tauschzyklus (nur in Erneuerungsketten)
- Höhe der End of Life-Kosten am Ende von Erneuerungsketten
- Aufsummierung aller Erneuerungskosten und Vergleich zu Jahreskosten des Betriebens in Zeitabschnitten
- „Sensitivität“ des Zeitfaktors – Verlauf in der Badewannenkurve ab 10 Jahre
- Bandbreite (Minimal- bis Maximalwerte) von Nutzungsdauern im Vergleich der Bauteilarten

7 Projektbegleitungen im Lebenszyklusansatz – Ansätze und Beispiele für Optimierungen

7.1 Lebenszyklusorientierte Projektbegleitung im Bauvorhaben „UBA 2019“

7.1.1 Bauaufgabe und Ausgangssituation der Projektbegleitung

Die Projektbegleitung des Neubauvorhabens für das Bürogebäude „UBA 2019“ begann innerhalb der Vorplanungsphase. Dadurch war es möglich, die von Anfang an vom öffentlichen Bauherren und den Verantwortlichen der Nutzerorganisation des Bundesumweltamtes geforderte Ausrichtung des gesamten Projektes auf die Forderungen im BNB-System der Nachhaltigkeit methodisch zu unterstützen. Im Forschungsprojekt ging es dabei um die Ermittlung und Analyse von bauteilorientierten Lebenszykluskosten und um die Entwicklung von Methoden, Entwurfsoptimierungen im Lebenszyklusansatz zu unterstützen⁹⁵.

Projektbeteiligte

Projektleitung	A. Koller-Ayrilmaz, BBR Berlin
Aufstellung Bauunterlage + Kostenermittlung	Braun-Kerbl-Löffler Architekten
Planungskonzept Hochbau	Braun-Kerbl-Löffler Architekten
Planungskonzept Gebäudetechnik	Schimmel Beratende Ingenieure
Energetische Beratung	Dr.-Ing. Olaf Böttcher, BBR
Beratung Nachhaltigkeit und BNB Auditor	Dipl. Ing. Nicolas Kerz, BBR
Bauphysikalische Beratung	Ingenieurbüro Rahn
Tragwerk- und Brandschutzplanung	Ing.-Büro Torsten Knoth

Das Umweltbundesamt (UBA) wurde 1974 als selbständige Bundesoberbehörde mit Sitz in Berlin eingerichtet, mit den Aufgaben, das Bundesumweltministerium auf den Gebieten des Umweltschutzes wissenschaftlich zu unterstützen. Schwerpunkte der Aufgaben sind:

⁹⁵ Die folgenden Darstellungen sind entnommen aus dem Bericht über die baufachliche Prüfung von Bauunterlagen nach § 24 BHO vom 30.06.2010 - Autor Klaus Fudickar, BBR Berlin.

7. Projektbegleitungen im Lebenszyklusansatz – Ansätze und Beispiele für Optimierungen

- Erarbeitung von Rechts- und Verwaltungsvorschriften
- Grundlagenforschung und Entwicklung für Maßnahmen und Prüfung von Einrichtungen und Verfahren
- Aufbau eines Informationssystems zur Umweltplanung und Öffentlichkeitsarbeit in Umweltfragen
- Bereitstellen von zentralen Diensten und Hilfen für die Ressortforschung und für die Koordination der Umweltforschung des Bundes.

Mit dem Planungsauftrag des Umweltbundeamtes vom 04.06.2009 wurde das BBR bei der Projektierung verschiedener Maßnahmen zur energetischen Verbesserung der Liegenschaften um Unterstützung gebeten. Mit dem Bescheid vom 06.08.2009 der Programmstelle KP II des BBR wurde die Maßnahme zur Errichtung eines Ersatzbürogebäudes am Standort Berlin-Marienfeld, Schichauweg genehmigt.

Stellen- und Raumbedarfsplanung

Basis der Bauunterlage ist der auf Arbeitsebene zwischen Bedarfsträger und BMU abgestimmte Raumfunktionsplan und Stellenplan gemäß Muster 12 RBBau. Er besteht überwiegend aus Büroflächen für wissenschaftliches Arbeiten und beziffert sich auf eine Hauptnutzfläche von 716 m² für 31 Büroarbeitsplätze.

Nutzeranforderungen

Das UBA legt besonderen Wert auf die Planung und Präzisierung der Maßnahme im Hinblick auf:

- Planung eines ökologisch optimierten Null-Energie-Hauses in Holzbauweise, d. h. der Energiebedarf des Gebäudes im Betrieb soll vollständig vor Ort durch nachhaltig regenerative Energieerzeugung in der Bilanz eines Jahres gedeckt werden.
- Ästhetische Gestaltung und Einbindung in das bauliche Umfeld.
- Nachhaltige Bauweise und effizienter Ressourceneinsatz.
- Nutzung regenerativer Energien und Wärmerückgewinnung.

Auf der Basis des im Dezember 2009 eingeführten Bewertungssystems für Bundesbauten des BMVBS sollen die Kriterien des Nachhaltigen Bauens bei Planung, Ausführung und Betrieb angewandt werden.

„Lebenszyklusorientierte Planungsprozesse, Ausschreibungen und Vergaben – Pilotierung in der Projektbegleitung öffentlicher Bauvorhaben“ - Forschungsinitiative ZukunftBAU – Stand 05-2015

Systematisch sollen auch Investitionskosten und Nutzungskosten im Rahmen einer Lebenszyklusbetrachtung als Grundlage von Entscheidungen herangezogen werden; besonders im Blick sind dabei Strategische Bauteile.

Verwiesen wird auch auf die Vorbildfunktion des Amtes im Hinblick auf barrierefreies Bauen.

7.1.2 Planungskonzept und Überprüfung der Nachhaltigkeit des Lösungsvorschlags

Das Planungskonzept des Ersatzbürogebäudes wird auch unter Berücksichtigung der Aspekte des Nachhaltigen Bauens als zweckmäßig beurteilt, da die energetisch-ökologischen Ziele der Bundesregierung für Neubauten auch unter ökonomischer Betrachtungen von Kriterien der Nachhaltigkeit wie ressourcen- und energieschonender Umgang mit Baustoffen und Baukonstruktionen eingehalten werden können.

Senkung der Nutzungskosten nach DIN 18960

Die zum Zeitpunkt der Erstellung der Bauunterlage anzunehmenden Betriebs- und Bauunterhaltungskosten sind in der Anlage 1 zu Muster 7 RBBau zu entnehmen. Zum gegenwärtigen Planungsstand handelt es sich um ermittelte Schätzwerte. Gleiches gilt für die Energiewirtschaftlichen Kenndaten nach Anlage 2 zu Muster 7 RBBau.

Die Angaben entsprechen dem ganzheitlichen Energiekonzept und werden nach Fertigstellung der Baumaßnahmen über ein Monitoring, mit einer Dauer von mindestens zwei Jahren, geprüft.

Um den Standard eines Null-Energie-Hauses zu erreichen, müssen systematisch alle Möglichkeiten genutzt werden, den Primärenergiebedarf, insbesondere den Kühl- und den Strombedarf auf ein Minimum zu reduzieren. Als erster Schritt sind deshalb die Bedarfsanforderungen kritisch geprüft und der Energiebedarf für deren Realisierung durch sinnvolle Verzahnung verschiedener Funktionen miteinander minimiert worden. Die Wahl einer kompakten Gebäudeform und die räumliche Zuordnung der verschiedenen Raumfunktionen tragen diesem Minimierungsgebot Rechnung.

Die Räume wurden so angeordnet, dass die natürlichen Randbedingungen die jeweiligen Funktionen optimal unterstützen; Fenstergrößen wurden beschränkt, Sonnen- und Blendenschutz vorgesehen, im Übrigen die Tageslichtnutzung optimiert.

7. Projektbegleitungen im Lebenszyklusansatz – Ansätze und Beispiele für Optimierungen

Auf Basis einer dynamischen Simulation wurde der Energiebedarf räumlich und anlagentechnisch differenziert ermittelt. Das Ergebnis stellt die Grundlage für eine bedarfsgerechte und energieeffiziente Gebäudetechnik dar. Das darauf aufsetzende Energieversorgungskonzept hat zukunftsweisende Lösungen für die Bereiche Wärmeversorgung, Kälteversorgung, Belüftung, Beleuchtung und Stromversorgung zu entwickeln. Wesentliche Pfeiler dieses Konzepts sind Photovoltaik, Erdwärme und die freie Kühlung.

Abwasserversorgung

Die Entwässerung erfolgt über erdreichverlegte Grundleitungen und schließt an das vorhandene Kanalnetz auf dem Gelände an.

Sanitär

Die Hausanschlussleitung wird an eine bestehende Trinkwasserleitung auf dem Gelände angebunden. Der Verbrauch wird über einen Zähler erfasst. Die Teeküchen werden mit einem Kaltwasseranschluss ausgestattet. Es sind Duschen für Beschäftigte der Nachbargebäude integriert.

Heizung und Kühlung

Als Wärmeerzeuger ist primär eine Sole/ Wasserwärmepumpe mit nachgeschaltetem Kombischichtenspeicher geplant. Die Wärmeerzeugung erfolgt dabei durch Ausnutzung geothermischer Energie über Erdsonden im Grundstücksbereich. Die zur Kühlung notwendige Energie ist als freie Kühlung über das Erdsondenfeld konzipiert. Zusätzliche freie Kühlmöglichkeiten sind in der Planungsphase. Zur Beheizung und Kühlung der Räume sind Kapillarrohrmatten in einem 4-Leiter-System in den Wänden vorgesehen. Die Warmwasserbereitung soll durch eine thermische Solaranlage auf dem Dach unterstützt werden.

Lüftung

Für das Gebäude ist eine zentrale Lüftungsanlage mit Einzelraumregelung geplant. Es sind Fensterkontakte vorgesehen, die die RLT-Anlage bei geöffnetem Fenster raumweise abschalten. Das RLT-Zentralgerät soll mit einer Wärmerückgewinnung im Kreislaufverbundsystem ausgestaltet werden

Gebäudeautomation

Es werden sämtliche Bereiche der technischen Ausrüstung automatisiert. Durch das Automationssystem können alle Einrichtungen zentral überwacht, gesteuert und optimiert wer-

den. Zielsetzung der Regelstrategie ist, die Verfügbarkeit und Transparenz zu erhöhen und einen wirtschaftlichen Betrieb zu ermöglichen.

Photovoltaik

Auf dem Dach wird flächendeckend eine Photovoltaikanlage installiert, die zur in der Deckung des bilanzierten Jahresenergieverbrauches ausgelegt wurde. Der Neigungswinkel der Module wurde hinsichtlich des Reihenabstandes, dem Flächennutzungsgrad sowie der Verschaltung optimiert.

Starkstromanlagen

Es ist ein Niederspannungshausanschluss geplant. Für den Bereich der Rechentechnik soll eine batteriebetriebene, unterbrechungsfreie Stromversorgung installiert werden. Zur Beleuchtung der Büroräume sind Deckenleuchten zur Grundbeleuchtung und Schreibtischleuchten zur Arbeitsplatzbeleuchtung geplant

Förderanlagen

Es ist ein maschinenraumloser, hydraulikbetriebener Aufzug mit zwei Haltepunkten geplant. Die Planungen sind mit dem UBA insgesamt abgestimmt und der Planungsphase angemessen und schlüssig.

Bewertung des technischen Planungskonzepts

Der Energiebedarf des Gebäudes im Betrieb soll vollständig vor Ort durch nachhaltig regenerative Energieerzeugung in der Bilanz eines Jahres gedeckt werden. Das Gebäude erhält den Standard eines Null-Energie-Hauses. Im Rahmen der Vorplanung sind Simulationen des thermischen Gebäudeverhaltens durchgeführt worden, die die Grundlage für die Auslegung der technischen Systems sind.

7.1.3 Untersuchung alternativer Bauwerkkonzepte

Im Verlauf der Entwurfsplanung wurden zwei grundlegende Alternativen für das Bauwerk-konzept untersucht. Der folgende Vergleich zwischen den Systemalternativen „Betonbau“

7. Projektbegleitungen im Lebenszyklusansatz – Ansätze und Beispiele für Optimierungen

und „Holzbau“ ist eine bewertende Zusammenfassung auf der Grundlage von ausgearbeiteten Entwurfsalternativen⁹⁶ (Tab. 7-1).

Betonbau	Holzbau
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dachaufbau (Stahlbetondecke mit XPS-Dämmung) ▪ Innenwände aus Mauerwerk ▪ Decken aus Stahlbeton ▪ abgehängte Decken im Flurbereich ▪ Hohlraumboden im Flurbereich ▪ Stützenraster aus Stahlbeton ▪ Gründung Stahlbetonsohle ▪ Holzfassade (Thermoholz) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dachaufbau (Gefälleholzkonstruktion mit Zellularsedämmung) ▪ Innenwände aus GK ▪ Decken aus Holzkastenelementen, Brettsperrholzdecke im abgehängten Flur ▪ abgehängte Decken im Flurbereich ▪ Hohlraumboden im Flurbereich ▪ keine Stützen ▪ Gründung Stahlbetonsohle ▪ Holzfassade (Thermoholz)

Tab. 7-1 Übersicht alternativer Bauweisen [Quelle: BBR]

Einsparpotenzial beider Bauweisen

- Wegfall Geothermik / Tiefenbohrungen / Wegfall Kühlschleifen
- Veränderung Leitungsführung / abgehängte Decke und Hohlraumboden nur im Flurbereich
- Wegfall integrierter Sonnenschutz / außenliegender Sonnenschutz, 3-statt 4-Scheiben-Fenster

Einsparpotenziale der Entwurfsalternative „Betonbau“

- Das Einsparpotenzial der Baukonstruktion liegt bei ca. 285.800,00 EUR.
- In der raumscharfen Betrachtung in der Kühllastberechnung nach VDI 278 kann von ei-

⁹⁶ Die folgenden Darstellungen sind entnommen aus dem Bericht zur Entscheidung über die Untersuchung von Einsparpotenzialen, Berlin, 14.02.2011 - Autorin: A. Koller-Ayrlmaz.

7. Projektbegleitungen im Lebenszyklusansatz – Ansätze und Beispiele für Optimierungen

ner Einsparung im Mittel von bis zu ca. 8 % ausgegangen werden. d. h. die Kühllast ändert sich durch die Speicherwirkung der massiven Bauteile. Die Kühlfläche in den Wänden kann um ca. 8 % reduziert werden (ca. 1.200 Euro).

- Das Einsparpotenzial der Pumpenenergie liegt bei ca. 100kWh pro Jahr (ca. 800 Euro).
- Der Wärmetransport bzw. die Heizlast bleibt bestehen, da die U-Werte der Bauteile sich nicht verändern.

Einsparpotenzial der Entwurfsalternative „Holzbau“

- Das Einsparpotenzial der Baukonstruktion liegt bei ca. 202.000,00 EUR. Darin enthalten ist auch der veränderte Dachaufbau mit einer Einsparung von ca. 25,00 EUR pro m².
- Einsparpotenzial kurze Bauzeit (wird nicht monetär bewertet).
- Das Einsparpotenzial liegt in der Summe bei ca. 220.000,00 €.

Optimiertes Technisches Konzept

Das ursprünglich geplante technische Konzept zur Beheizung, Kühlung und Warmwasserbereitung (Stand Bauunterlage) beinhaltete eine Sole/ Wasser-Wärmepumpe mit einer Erdwärmesondenanlage zur Bereitstellung der geothermischen Energie. In der weiteren Untersuchungsphase über mögliche Einsparpotenziale wurde das Konzept einer Wasser/ Wasser-Wärmepumpe geprüft. Dieses Konzept ermöglicht den Wegfall der Sole/ Wasser-Wärmepumpe. Ein Teil des Wassers für die auf der Liegenschaft befindlichen Fischteiche wird über die Wärmepumpe umgeleitet, erwärmt bzw. abgekühlt und anschließend dem Wasser für die Fischteiche wieder beigemischt.

Dieses Konzept ist die wirtschaftlichere Lösung für das Ersatzbürogebäude und stellt einen wesentlichen Bezug zur Liegenschaft dar.

Entscheidung für die Ausführung einer Bauweise

Die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung zeigt, dass die Untersuchung der Einsparpotenziale zu einer Optimierung und Kosteneinsparung bei beiden Bauweisen führt. Die Reduzierung der Kosten durch die Planungsoptimierung der Bauweisen liegt bei 9,6 % für die Betonbauweise und bei 7,0 % für die Holzbauweise. Unter Einbeziehung der Baunebenkosten und Bauzeit sind beide Bauweisen im Ergebnis als wirtschaftlich gleichwertig zu betrachten. Zur Abwägung der beiden aufgezeigten Ausführungsvarianten wurden die Kriterien nach den Anforderungen aus der Aufgabenstellung ausgewählt und in einer Abwägungsmatrix hinsichtlich

7. Projektbegleitungen im Lebenszyklusansatz – Ansätze und Beispiele für Optimierungen

besser / schlechter / neutral gewertet und dargestellt. In den Bewertungskriterien für beide Varianten spiegelt sich der ganzheitliche Ansatz in Einklang mit der architektonischen Idee wider. Durch das Umweltbundesamt werden höchste Ansprüche an eine nachhaltige Bauweise, effizienter Ressourceneinsatz und -schutz sowie den Umgang mit regenerativen Baustoffen gestellt. Die vorgestellte Planung, das Null-Energie-Haus in optimierter Holzbauweise, entspricht diesen Anforderungen im höheren Maße als der Betonbau. Als Fazit wird der Holzbau zur Realisierung empfohlen.

7.2 Lebenszyklusorientierte Projektbegleitung im Bauvorhaben „Walter Eucken Schule, Karlsruhe“

7.2.1 Bauaufgabe und Ausgangssituation der Projektbegleitung

Im Oktober 2009 wurde ein Architektenwettbewerb in einem VOF-Verfahren durch das Amt für Hochbau und Gebäudewirtschaft der Stadt Karlsruhe die Erweiterung für die Walter Eucken Schule durchgeführt. Dabei hat das IPS unter Leitung von Prof. H. Balck das Wettbewerbsverfahren und die Vorprüfung zum Thema Nachhaltigkeit begleitet. Die folgenden Bewertungsgruppen waren für die Beurteilung der eingereichten Entwürfe Bestandteil der Bewertungsprozesse: Städtebau und Freiraum, Funktion und Gestaltung, Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit

Für alle Wettbewerbsteilnehmer wurde der Leitfaden „Nachhaltiges Bauen“ des BMVBS vorgegeben.

Das Ergebnis der im Wettbewerb möglichen Nachhaltigkeitsbewertung zeigt die Tab. 7-2; die mit Abstand besten Einzelbewertungen erzielte der Wettbewerbsentwurf der Architekten Hotz + Architekten. Diese Architektengruppe wurde auch von der Jury mit dem 1. Preis ausgezeichnet und anschließend mit der Durchführung beauftragt.

7. Projektbegleitungen im Lebenszyklusansatz – Ansätze und Beispiele für Optimierungen

	Wettbewerbs-entwurf 1	Entwurf Hotz +Architekten	Wettbewerbs-entwurf 3	Wettbewerbs-entwurf 4	Wettbewerbs-entwurf 5
AV	0,36	0,3	0,38	0,33	
NF/BFG	0,6	0,63	0,62	0,67	0,57
VF/NF	0,44	0,29	0,47	0,32	0,58
Technikkonzept*	3,7	2,1	2,5	2,6	2,9
Heizung kWh/a	156.772	35.840	342.230	79.338	125.490
Primärenergie ** Beleuchtung kWh/a	40.657	13.385	32.203	15.016	20.519
Primärenergie ** Belüftung kWh/a	98.150	12.553	36.457	59.569	44.2547
Glasanteil an Fassade	59%	41%	54%	32%	50%
Sonnenschutz	hochwertig	Lichtlenkung	Standard	hochwertig	Lichtlenkung
Reinigung Glasflächen m ²	784	588	1.193	568	1.284
Reinigung Bodenflächen m ²	2.250	1.923	1.914	1.763	2.040

* Bewertung entwurfsbestimmter Technik (ohne IT, Elektro, GA) in Schulnoten

** Ergebnisse einer computergestützten Berechnung nach EnEV 2009/DIN V 18599

Tab. 7-2 Ergebnisse der Nachhaltigkeitsbeurteilung in der Vorprüfung des Architekten-Wettbewerbs [Quelle: HGW / IPS]

Projektbeteiligte

Da bereits die Ergebnisse des Wettbewerbes im Hinblick auf energetische Effizienz und Nachhaltigkeit ein hohes konzeptionelles Niveau hatten, wurde die Beauftragung an die Architektengruppe verbunden mit begleitenden Computersimulationen und bauphysikalischen Untersuchungen (beauftragt wurde das Büro Stahl + Weiß).

Die Forschungsbegleitung durch das IPS wurde von Anfang an vorgesehen. Hierzu wurde vereinbart, dass der Schwerpunkt in der Forschungsbegleitung die Identifizierung auf Strategische Bauteile erfolgt, auf dieser Basis die Unterstützung der Planung erfolgt. Um das Ausschreibungsverfahren zu entlasten, wurde ebenfalls festgelegt, dass die Optimierung von Bauteilen und vor allem die Auswahl von geeigneten Produkten bereits im Vorfeld von Ausführungsplanung und Vorbereitung der Ausschreibungsphase durchgeführt werden.

Beteiligte der Projektleitung des Amtes für Hochbau und Gebäudewirtschaft, Stadt Karlsruhe

Projektleitung: HGW Amt für Hochbau und Gebäudewirtschaft, Stadt Karlsruhe

HGW Abteilungsleitung / HGW Projektleitung

HGW TGA Elektro

„Lebenszyklusorientierte Planungsprozesse, Ausschreibungen und Vergaben – Pilotierung in der Projektbegleitung öffentlicher Bauvorhaben“ - Forschungsinitiative ZukunftBAU – Stand 05-2015

7. Projektbegleitungen im Lebenszyklusansatz – Ansätze und Beispiele für Optimierungen

HGW TGA Sanitär

HGW TGA Lüftung

Schulleitung Walter-Eucken-Schule

Schul- und Sportamt Stadt Karlsruhe

Gartenbauamt

Beteiligte Planungsbüros

Architekturbüro Hotz + Architekten

Beratende Ingenieure Stahl + Weiß (Bauphysik)

Planungsbüro Horlacher (TGA)

Mohnke Bauingenieure (Statik)

Projekttablauf

Nach dem vorläufigen Abschluss der Entwurfsplanung in LPH 3 im Juli 2010 und anschließender Entwurfsoptimierungen mit der Nutzung von Einsparpotenzialen wurde am 21.07.2010 eine Planungsunterlage mit Gesamtbaukosten verabschiedet.

Nach Prüfung und Bereitstellung Haushaltsmittel für das Bauvorhaben erfolgte die weitere Beauftragung im Frühjahr 2011. Der Kick off mit Rahmenterminplan wurde am 19.05.2011 mit allen Projektbeteiligten durchgeführt.

7.2.2 Planungskonzept orientiert an Zielen der Nachhaltigkeit⁹⁷

Folgende Entwurfsaspekte für eine Integrale Planung waren das Ergebnis des prämierten Wettbewerbes und inhaltliche Ausgangsbasis für die Entwurfsphasen:

⁹⁷ Die folgenden Darstellungen zu Planungsinhalten und -konzepten sind entnommen aus den laufenden Protokollen von Hotz + Architekten / Projekt 0914 WES und Ausführungen zum Energiekonzept der Walter-Eucken-Schule des Büros Stahl + Weiß vom 01.04.2010.

Fassade

Die Erweiterung des bestehenden Gebäudes durch den Anbau wird als Passivhaus vorgeschlagen. Die Gebäudehülle ist wärmebrückenfrei mit einer Wärmedämmung unter der Bodenplatte, Dreischeibenverglasung und entsprechend guter opaker Fassadendämmung.

Sonnenschutz

Für den sommerlichen Wärmeschutz ist für alle Räume ein motorisch betriebener, außenliegender beweglicher Sonnenschutz mit Jalousien (Raffstore) vorgesehen. Der Sonnenschutz ist zusätzlich mit einer Tageslichtlenk-Funktion im oberen Drittel vorgesehen. Dies ermöglicht die Tageslichtnutzung bei geschlossenem Sonnenschutz und mindert den Einsatz von Kunstlicht (Energieeinsparung).

Der Sonnenschutz wird über Wind- und Sonnenwächter gesteuert. Der Nutzer hat zusätzlich die Möglichkeit, den Sonnenschutz über Taster manuell zu steuern.

Blendschutz

In den Klassenzimmern und Arbeitsbereichen ist zusätzlich ein innenliegender motorisch betriebener Blendschutz aus Jalousien vorgesehen. Dieser ermöglicht eine blendfreie Nutzung auch bei geöffnetem Sonnenschutz.

Energiekonzept

Der architektonische Entwurf entstand in einem integralen Entwurfsprozess. Das Thema „Energie“ spiegelt sich in der kompakten Kubatur und der Fassaden- und Dachgestalt wieder. In Reaktion auf den Ort und die Himmelsrichtung sind Oberflächen und orientierungsabhängig Verglasungsflächen optimiert, solare Gewinne maximiert und Transmissionswärmeverluste minimiert.

Der Energiestandard wurde auf eine Unterscheidung der EnEV um mindestens 30 % festgelegt. Darüber hinaus wird vom Bauherren HGW der Passivhaus-Standard im wirtschaftlich sinnvollen Rahmen angestrebt. Eine Zertifizierung als Passivhaus erfolgt nicht. Durch HGW wurde festgelegt, dass die Berechnung nach DIN 18599 erfolgt und als Grundlage für die Entscheidungsfindung bei der Bauteiloptimierung herangezogen wird.

Didaktik „Energie begreifen“

Das energetische Gebäudekonzept ist ein Unterrichtsfach in Energieeffizienz.

Temperatur- und Durchflussmesser lassen die Schüler die funktionellen Abläufe in Lüftungsanlage und Wärmeversorgung erfahren. Ein Energieinformationssystem zeigt die Betriebszustände aller Komponenten, Energieerzeugung, Wirkungsgrade, Energiebilanzen, passive Sonnenenergienutzung, solare Deckungsrate für das Gebäude. Die Schüler vergleichen den Betrieb der Heizung mit zuhause. Das Gebäude animiert dazu, über den Umgang mit Energien und Veränderungen am eigenen Haus nachzudenken.

Technisches Konzept

Solare Energiegewinnung

Das Flachdach wird zur Installation einer Photovoltaik-Anlage zur solaren Elektrizitätserzeugung genutzt.

Wasser

Regenwasser wird weitestgehend zurückgehalten mit einer Dachbegrünung zwischen den Solarsystemen auf den begehbaren Dachflächen. Der Dachüberlauf wird in einer Zisterne gesammelt und Trinkwasser durch die Toilettenspülung mit Regenwasser eingespart.

Heizung

Die Erwärmung der Klassenzimmer erfolgt individuell regelbar über einen Heizkörper, der seine Wärme über das Bestandsgebäude als Fernwärme der Stadtwerke erhält.

Nachluftkühlung

Die vorgesehene Nachluftkühlung dient dazu, das Gebäude nachts durch eine natürliche Durchströmung auszukühlen. Hierdurch wird ein sommerlicher Komfort ohne zusätzliche Klimatisierung (Betriebskosten) erreicht.

Für die Nachluftkühlung sind als Zuluftelemente in der Fassade regen- und einbruchsichere motorisch betriebene Öffnungsflügel (Öffnungsflügel mit Wetterschutzgitter) vorgesehen. Die Luft wird durch die Räume und die Flurtrennwand (Öffnungen im Oberlicht) offen in den Flur geführt und über das Treppenhaus und Öffnungen im Dach abgeführt.

Die Zu- und Abluftelemente wurden über eine zugrundeliegende Gebäudesimulation bemessen und in die Entwurfsplanung übertragen. Als Ergebnis wird eine maximale Innenraumtemperatur der Klassenräume und Schülerarbeitsbereiche (nicht EDV-Räume) im Sommer „Lebenszyklusorientierte Planungsprozesse, Ausschreibungen und Vergaben – Pilotierung in der Projektbegleitung öffentlicher Bauvorhaben“ - Forschungsinitiative ZukunftBAU – Stand 05-2015

7. Projektbegleitungen im Lebenszyklusansatz – Ansätze und Beispiele für Optimierungen

von +28°C (keine Temp. über 29°C bei korrekter Nutzung der Verschattung und Fensterlüftung) erreicht.

Für die Nachtluftkühlung ohne mechanische Unterstützung und der damit einhergehenden Betriebskosten ist ein natürlicher Auftrieb (Kaminwirkung) erforderlich, der über die vorhandene Höhendifferenz des Treppenhauses erreicht wird.

Eine Nachtluftkühlung pro Klassenraum ausschließlich über Fassadenelemente würde aufgrund des erforderlichen Luftwechsels sehr große Öffnungsflügel (freie Querschnitte) erforderlich machen und wurde bezüglich der Wirksamkeit in Frage gestellt. Es wird festgelegt, diese Ausführung daher derzeit nicht weiter zu verfolgen.

Natürliche Lüftung

Zusätzlich zu den Nachtlüftungsflügeln sind der Fassade herkömmliche z. T. manuell zu betätigende Öffnungsflügel vorgesehen, die eine Stoßlüftung durch den Nutzer ermöglichen.

Mechanische Lüftung

Die mechanische Lüftungsanlage ist ein von der natürlichen Nachtluftkühlung getrenntes System und versorgt die Räume mit Frischluft (keine Gebäudekühlung). Die Steuerung erfolgt über CO₂-Messung.

Die Zuluftführung der mechanischen Lüftung erfolgt über den Fußbodenaufbau (Hohlraum-boden) mit zwei getrennten Lüftungskanälen für die Räume im Norden und Süden.

Die Zuluftöffnungen der Quellluft sind im Brüstungsbereich der Fenster angeordnet.

Die Überströmung (Abluft) erfolgt über Schrankelemente mit Schalldämpfer frei in den Flurbereich. Von dort wird die Luft einmal pro Geschoss am Treppenhausschacht abgesaugt und im Winter dem Lüftungsgerät rückgeführt (hocheffiziente Wärmerückgewinnung) oder im Sommer über Dach abgeführt.

Die Zu- und Abluft erfolgt über in die Freianlagen integrierte Lüftungstürme. Die Standorte der Lüftungstürme wurden mit dem Gartenbauamt abgestimmt.

Sommerlicher Komfort

Die hoch effiziente natürliche Lüftung dient zusätzlich zur sommerlichen Gebäudekühlung durch Nachtluft. Zusammen mit der hohen thermischen Gebäudemasse durch Betondecken und Estrich ist der sommerliche Komfort ohne Energieverbrauch besser als im Wettbewerb

7. Projektbegleitungen im Lebenszyklusansatz – Ansätze und Beispiele für Optimierungen

gefordert. Ein Venturi-Flügel kann bei Wind durch Unterdruck die Entlüftung des Gebäudes unterstützen. Natürliche Lüftung und Nachtluftkühlung sind individuell raumweise regelbar.

Betriebskosten

Das kompakte Gebäudevolumen, die einfache Grundgeometrie sowie die Konstruktions- und Materialwahl sind Grundlage einer nachhaltigen Bauweise und einer hohen Wirtschaftlichkeit und mit geringen Instandhaltungskosten. Die Umsetzung des Passivhaus-Konzeptes und die zusätzlichen Energiegewinne führen zu einer Minimierung der Unterhaltskosten.

7.2.3 Optimierungen in der Begleitung des Projektes „Walter Eucken Schule“

Die im Rahmen des Forschungsprojektes durchgeführte Projektbegleitung begann mit dem Anfang der Vorplanung. Zum Zeitpunkt des vorliegenden Berichtes befindet sich der Bau in der Endphase der Ausführung.

Da alle Kostendaten des Bauvorhabens auf der Basis durchgeführter Bauverträge (Vergabepreise) zur Verfügung gestellt wurden, konnten vergleichende Auswertungen über Investitionskosten und zugehörige Folgekosten in einem systematischen Abgleich mit dem anfangs beschriebenen UBA-Projekt durchgeführt werden.

Neben der im Lebenszyklusansatz durchgeführten Unterstützung bei Optimierungen in der Entwurfsplanung wurde bauteilbezogen die optimale Auswahl von Bodenbelägen durch Modellrechnungen unterstützt. Es ergab sich aufgrund vergleichbarer Anforderungen – völlig unabhängig voneinander –, dass sich für anspruchsvolle Bodennutzungen Parkettböden als bestmögliche Lösung erwiesen.

7.3 Gebäudeoptimierung durch Computersimulationen – Variantenanalysen von Basissimulationen in Schulprojekten

Energetische Computersimulationen sind der Schlüssel für die Optimierung von Gebäudeentwürfen. Sie geben Aufschluss über die energetische Wirksamkeit von Konstruktionen der Gebäudehülle, den gebäudeinternen Speichermassen und den dazu wechselseitig verbundenen Systemen der Gebäudetechnik. In den Projektbegleitungen wurde die durch Simulationsergebnisse herbeigeführten Optimierungen an den minimierten Verbrauchsdaten für den Wärmebedarf nachgewiesen. Die strategische Rolle der Thermischen Gebäudesimulation wurde in Kap. 3.2.2 bei der Darstellung des Lebenszykluskostenmodells auf den drei Systemebenen Bauwerk – Bauwerk-Subsysteme – Bauteile erläutert.

Anders als in den beschriebenen Projektbegleitungen, in denen singuläre Optimalergebnisse erzielt werden mussten, ermöglichen die folgenden Darstellungen Systemvergleiche innerhalb einer ausgewählten Gebäudegattung, und zwar in Schulgebäuden. Dafür wurden vom Forschungspartner Amt für Hochbau und Gebäudewirtschaft der Stadt Karlsruhe durchgeführte und abgeschlossene Gebäudesimulationen für Variantenrechnungen verfügbar gemacht. Es wurden Schulen mit gleichen Gebäudedaten und Simulationsmöglichkeiten einbezogen⁹⁸.

Das Forschungsziel war die Identifizierung von Gebäudemerkmalen und Gebäude-Umwelt-Abhängigkeiten, die signifikant auf die energetische Optimierung Einfluss haben. Dazu wurden drei Schulgebäude ausgewählt, die komplett als Computermodelle in laufenden Projekten der Stadt Karlsruhe realisiert wurden und die nun als eine Art Testfeld für Variantenanalysen nach einem einheitlichen Schema zur Variantenbildung in unterschiedlichen Berechnungsläufen variiert wurden:

- Variationen des Fensterflächenanteils der Fassaden
- Variationen von Maßnahmen für den sommerlichen Wärmeschutz: Nachtlüftung und Sonnenschutz
- Variation der U-Werte der Fenster (Fassade und Dach)
- Variation von Soll-Temperaturen (zwischen 19°C und 22°C)

⁹⁸ Die Schulen sind fertiggestellt, bzw. im Bau. Die Schuldaten wurden anonymisiert.

7. Projektbegleitungen im Lebenszyklusansatz – Ansätze und Beispiele für Optimierungen

- Variation der Ausrichtung auf dem Grundstück (Abweichung der vorhandenen Gebäudeachse in 20°-Schritten nach Osten und nach Westen, kombiniert mit unterschiedlichen Fensterflächenanteilen)
- Speicherwirkung der thermisch wirksamen Gebäudemassen (Variation von Massivbauweise und Leichtbauweise).

Diese Vorgehensweise mit den zur Verfügung gestellten Gebäudedaten wurde mit der gleichen Software⁹⁹ durchgeführt. Anders als in den Projektbegleitungen bestand in diesem Versuchsfeld die Möglichkeit, Gebäude innerhalb der gleichen Nutzungsart und in vergleichsweise ähnlichen Konstruktionen und technischen Ausrüstungen in einer durchgängigen Systematik zu untersuchen und zu vergleichen. Die Ergebnisse sind im Anhang A6 dokumentiert. Bemerkenswert sind folgende aus dem Vergleich sich ergebende energetisch wirksame Faktoren der Beeinflussbarkeit in Entwurfsprozessen.

Dargestellt werden die maximal ermittelten Spannen zwischen den Abweichungen vom Basiswert 0 % (im Optimierungsprozess definierte Ausgangssituation) – mit negativen und positiven Veränderungen. Signifikant ist die zwischen diesen Extremwerten liegende Differenz (Spanne). Entsprechend wurden Veränderungen der Raumtemperaturen im Hinblick auf den sommerlichen Wärmeschutz in Anzahl Stunden größer 26° C.

Entwurfsfaktor „Fensterflächenanteil“

Übereinstimmend zeigte sich in den drei untersuchten Schulgebäuden, dass eine Variation des Fensterflächenanteils in den Simulationsergebnissen im hohen Maße Auswirkungen auf den Heizwärmebedarf und die Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz haben.

Variiert wurde die Ausgangsbasis um eine 10 %ige Verringerung und eine schrittweise bis zu 40 % ansteigende Vergrößerung des Fensterflächenanteils.

⁹⁹ Angewendet wurde DK-Integral.

7. Projektbegleitungen im Lebenszyklusansatz – Ansätze und Beispiele für Optimierungen

	Veränderungsspanne Heizwärmebedarf [% kWh/a]	Anzahl Stunden > 26°C p.a.
Schule 1	-4 % bis +20 %	min. 55 / max. 304
Schule 2	0 % bis - 22 %	min. 57 / max. 203
Schule 3	0 % bis 61 %	min. 0 / max. 83

Entwurfsfaktor „Sommerlicher Wärmeschutz“

Variiert wurden die Maßnahmen Nachtlüftung und Sonnenschutz. Die folgende Übersichtstabelle zeigt die Auswirkung der Kombination beider Maßnahmen.

	Veränderungsspanne Heizwärmebedarf [% kWh/a]	Anzahl Stunden > 26°C p.a.
Schule 1	0 % bis 8 %	min . 70 / max. 447
Schule 2	0 % bis 12 %	min. 161 / max. 611
Schule 3	0 % bis 2 %	min. 0 / max. 10

Entwurfsfaktor „U-Werte Fenster“

Variiert wurde der U_W -Gesamtwert von $-0,1 \text{ Watt/m}^2\text{K}$ bis $0,5 \text{ Watt/m}^2\text{K}$ (Fenster gesamt).
Nicht variiert wurden g-Werte und t-Werte.

	Veränderungsspanne Heizwärmebedarf [% kWh/a]	Anzahl Stunden > 26°C p.a.
Schule 1	-4 % bis -22 %	min . 110 / max. 115
Schule 2	0 % bis -56 %	min. 203 / max. 216
Schule 3	-16 % bis +26 %	-

7. Projektbegleitungen im Lebenszyklusansatz – Ansätze und Beispiele für Optimierungen

Entwurfsfaktor „Soll-Temperatur“

Variiert wurden Werte zwischen 20 % (Basis) und der Absenkung in 1 %-Schritten von -19°C bis 22°C.

	Veränderungsspanne Heizwärmebedarf [% kWh/a]	Anzahl Stunden > 26°C p.a.
Schule 1	-16 % bis +51 %	min . 109 / max. 123
Schule 2	- 23 % bis +15 %	min. 183 / max. 226
Schule 3	-30 % bis +202 %	min. 0 / max. +10

Entwurfsfaktor „Himmelsorientierung“

Als Varianten wurden gerechnet Abweichungen des realisierten Entwurfs um 20° nach Osten und 20° nach Westen. Betrachtet wird ein Fensterflächenanteil von 56 %.

	Veränderungsspanne Heizwärmebedarf [% kWh/a]	Anzahl Stunden > 26°C p.a.
Schule 1	-1 % bis +2 %	115 / 262
Schule 2	0 % bis 0 %	199 / 207
Schule 3	-1 % bis -2 %	-

Entwurfsfaktor „Speicherwirkung“

Variiert wurden Materialannahmen für die Extreme Massivbauweise und Leichtbauweise.

	Veränderungsspanne Heizwärmebedarf [% kWh/a]	Anzahl Stunden > 26°C p.a.
Schule 1	0 bis 4 %	78 / 371
Schule 2	0 % bis 5 %	5 / 203
Schule 3	0 % bis 1 %	0 / 230-

Ein Vergleich dieser Sensitivitätsanalysen ermöglicht grobe Tendenzaussagen zu den beeinflussenden Entwurfparametern, die in der Simulation variiert wurden.

Auffallend sind die teilweise auftretenden Extremwerte bei der Anzahl der $h > 26^{\circ}\text{C}$ bei fast allen berechneten Entwurfsvarianten. Diese Aussage darf aber nicht übergewertet werden. Es ergeben sich teilweise erheblich andere Werte, wenn man weitere Stundenabfragen macht, z. B. $h > 27^{\circ}\text{C}$ oder $h > 28^{\circ}\text{C}$.

Aufschlussreich sind folgenden Auswirkungen der variierten Entwurfparameter:

HOHER EFFEKT : Solltemperatur

Extreme Unterschiede im Heizwärmebedarf, wenn die Soll-Temperatur nur in kleinen Schritten gesenkt wird. Es ist also tatsächlich eine „energetische Herausforderung“, wenn man anstelle von komfortablen 21°C oder gar 22°C auf Werte bis zu 19°C in den Soll-Werten herabgeht.

HOHER EFFEKT : Fensterflächenanteil / U-Werte Fester

Der rechnerische Anteil der Fensterfläche bestätigt die bekannte Passivhaus-Philosophie. Tatsächlich lassen sich hohe Werte im Heizwärmebedarf durch einen geringen transparenten Anteil in den Außenwänden bzw. in den Dachflächen erzielen. Allerdings dürfen auch diese Werte nicht absolut gesetzt werden. Denn die Wärmegewinne und Lichtgewinne durch vergrößerte Fenster können unter bestimmten Baukörperformen auch umgekehrt hohe Verringerungen des Wärmebedarfs durch solare Einträge ermöglichen.

GERINGER EFFEKT : Fensterflächenanteil / U-Werte Fester

Die Variierung des Baukörpers nach Himmelsrichtungen hat nur selten einen signifikanten Effekt auf die energetische Optimierung. Der sommerliche Wärmeschutz wird oft unterschätzt und bedarf im einzelnen Entwurf sehr detaillierte Untersuchungen. Die vorliegenden Ergebnisse der Variantenrechnungen sind für eine Beurteilung dieses komplexen Sachverhalts nur als grobe Orientierung zu verstehen.

Die berechnete Speicherwirkung ist im Vergleich als sehr gering in seiner energetischen Auswirkung anzusehen. Allerdings ist auch hier auf projektbezogene Unterschiede, vor allem bei umfangreichen internen Speichermassen zu achten. Letztlich zählt das konkrete Simulationsergebnis.

7. Projektbegleitungen im Lebenszyklusansatz – Ansätze und Beispiele für Optimierungen

Die durchgeführten Sensitivitätsanalysen bestätigen, dass bauteilbezogene Parameter im Entwerfen eine große Rolle spielen. Die Auswirkungen von Bauteilentscheidungen beginnen, wie das die Simulationsergebnisse zeigen, im Gesamtsystem und führen wie in den zuvor durchgeführten Analysen und betrachteten Beispielen zu unterschiedlichen Konsequenzen der Gebäudequalität und der damit einhergehenden Lebenszykluskosten.

7.4 Lebenszyklusorientierte Optimierungen im Projekt „Erneuerung einer Raumluftechnischen Anlage im Universitätsklinikum Leipzig“

7.4.1 Ausgangssituation und strategische Ziele des UKL

Das Universitätsklinikum Leipzig hat seit 2002 einen tiefgreifenden und umfassenden Erneuerungsprozess durchlaufen. Dadurch entstanden nicht nur viele neue und modernisierte Gebäude mit technisch hochwertigen arealen Netzen, sondern auch eine entsprechend angepasste und auf erhöhte Anforderungen ausgerichtete Service-Organisation (Abb. 7-1 und Abb. 7-2). Dieser Prozess organisatorischen Wandels ist derzeit aber noch nicht abgeschlossen. Er wird in einem umfassenden Lernprozess kontinuierlicher Verbesserungen weitergeführt.

Zu den wesentlichen Zielen der Verbesserung der Betriebs- und Nutzerprozesse der Universitätsklinik Leipzig zählen die Optimierung der baulichen und technischen Anlagen im Bestand und die Einführung eines LifeCycle Managements – mit folgenden Schwerpunkten:

Effektivität / Nutzbarkeit der Baukonstruktionen und technischen Anlagen

- Prozessgerechte Raumorganisation (Flächeneffektivität)
- Nutzergerechte Raumkonditionierung und -ausstattung
- Funktionalität der Baukonstruktionen / technischen Anlagen

Effizienz der Baukonstruktionen und technischen Anlagen

- Flächenökonomie (Flächeneffizienz)
- Keine Überdimensionierung von Baukonstruktionen / technischen Anlagen
- Zuverlässigkeit der Bauteile / Bauwerkskomponenten (Minimierung von Störungen)
- Dauerhaftigkeit der Bauteile / Bauwerkskomponenten

„Lebenszyklusorientierte Planungsprozesse, Ausschreibungen und Vergaben – Pilotierung in der Projektbegleitung öffentlicher Bauvorhaben“ - Forschungsinitiative ZukunftBAU – Stand 05-2015

7. Projektbegleitungen im Lebenszyklusansatz – Ansätze und Beispiele für Optimierungen

- Optimaler Energieverbrauch durch Nutzungsoptimierung
- Energieeffizienz der Anlagen und Bauteile
- Ökologische Nachhaltigkeit der verwendeten Produkte
- Minimaler Inspektions- und Wartungsaufwand
- Materialwirtschaft für Ersatzteile nach Kriterien des LifeCycle Management, insbesondere Standardisierung

Verbessern der Service-Effizienz und Wirtschaftlichkeit

- Einführen von Wirtschaftlichkeitskenngrößen für den Servicebereich
- Periodische Ermittlung des Einsparpotenzials durch gekoppelte und abgestufte bauliche/ technische Maßnahmen
- Servicelevel-Definitionen und -Vereinbarungen mit den Nutzern

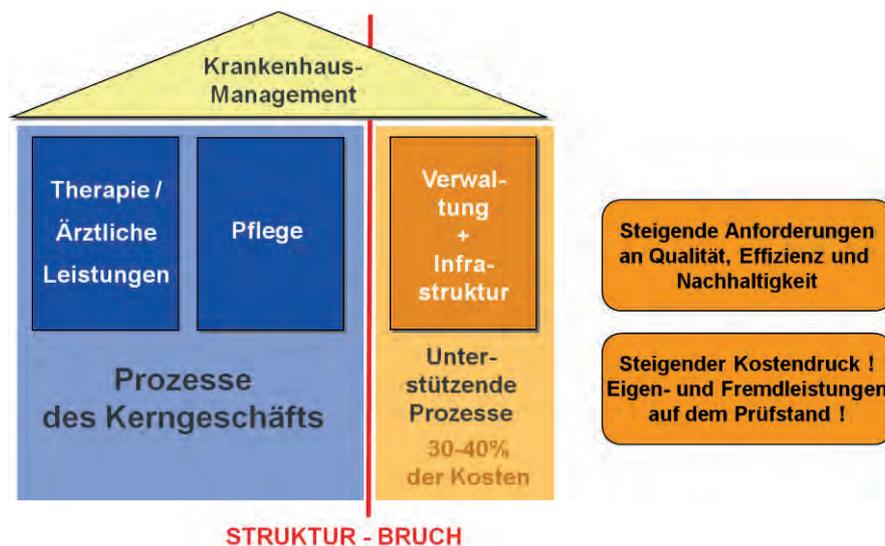


Abb. 7-1 Service für das Kerngeschäft [Quelle: IPS]

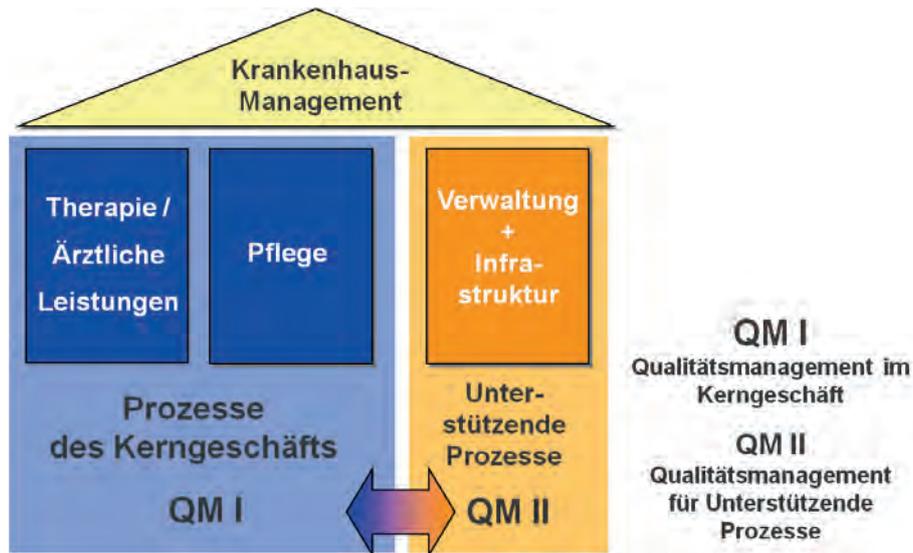


Abb. 7-2 Qualitätsmanagement im Service [Quelle: IPS]

7.4.2 Methodisches Konzept des Re-Engineering

Wesentlich für das methodische Konzept des Re-Engineering ist die konsequente Prozessorientierung. Dabei werden folgende Prozesse mit ihren Schnittstellen untersucht: Nutzerprozesse – Anlagentechnische Prozesse – Serviceprozesse.

Die Erneuerung Raumluftechnischer Anlagen ist ein Schwerpunkt des Re-Engineering.

Die folgende Darstellung zeigt den Zusammenhang der 3 Prozesse mit ihren Schnittstellen. Dabei wird deutlich, dass sowohl Nutzungsprozesse sowie die Serviceprozesse auf der Funktionsfähigkeit, Effektivität und Effizienz von den Gebäudebestandteilen und Anlagen abhängig sind. Eine methodische Konsequenz ist die 2-fache prozessorientierte Objektorientierung: Ausrichtung auf Prozesse in Räumen und auf Betriebsprozesse von Anlagen

Nutzerprozesse in Räumen – Anlagenprozesse – Serviceprozesse

Alle Nutzerprozesse (Personen und nutzerspezifischen Einrichtungen) finden in Räumen statt. Diese Räume werden in einer Raumliste erfasst und in einer Raum-Anlagen-Matrix mit Anforderungsprofilen versehen, die sowohl auf die Anlagenleistungen als auch auf daran geknüpfte Betreiberleistungen bezogen werden (Abb. 7-3).

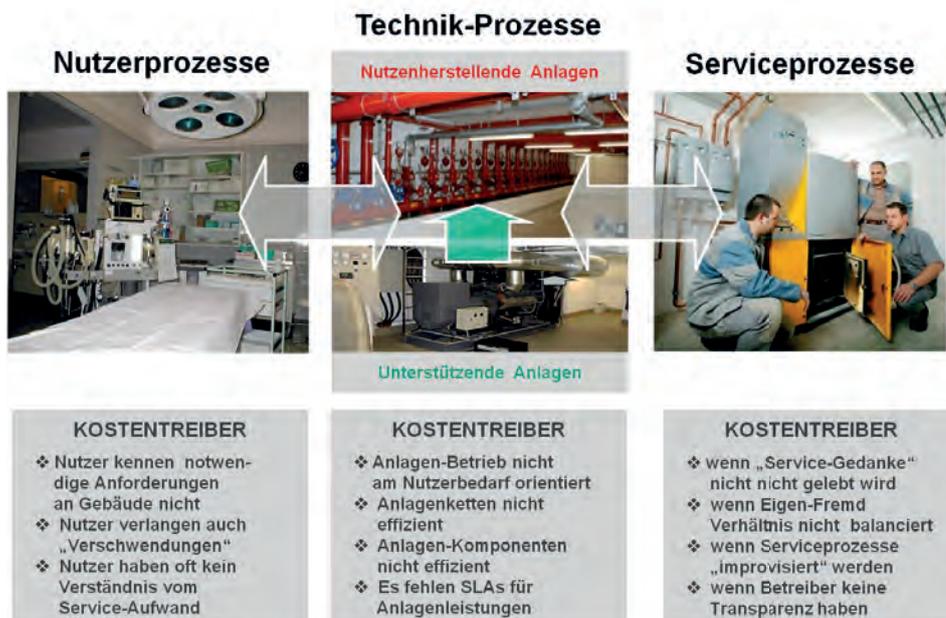


Abb. 7-3 Nutzerprozesse – Anlagentechnische Prozesse – Serviceprozesse [Quelle: IPS]

Ausrichtung der Betreiber-Prozesse auf technische Anlagen und Räume

Die Routineprozesse des Betriebes (Bedienen, Entstören, Inspektionen, Wartungen, Instandsetzungen) und daran anknüpfende Optimierungsprozesse sind der eigentliche Fokus für das hier vorgestellte Vorgehensmodell. Insbesondere die Effizienzverbesserung der Anlagen im Hinblick auf Energieverbrauch und dadurch erzielbare jährliche Einsparungen werden an dem Beispielgebäude beschrieben.

Immer dann, wenn der Normalbetrieb (Routine) des Betriebes ergänzt wird durch einen wiederholten Optimierungsansatz (Kontinuierlicher Verbesserungsprozess, KVP), lassen sich an den Schnittstellen zwischen Nutzungsprozessen und Anlagenprozessen bzw. zwischen Anlagenprozessen und Betreiber-Prozessen deutliche Verbesserungen im wirtschaftlichen Betrieb erzielen.

Folgende Schlüsselfragen des Re-Engineering werden an Nutzer bzw. Betreiber gestellt:

- Welche Anforderungen haben die Nutzer von Gebäuden, Anlagen und Services an den Gebäudebetrieb? In welchem Umfang sind diese Anforderungen Kostentreiber der Folgekosten (Energieverbrauch, Serviceaufwand)?
- Welche Anlagen und Bauteile bewirken die meisten Folgekosten (Energieverbrauch, Inspektion und Wartung, Reinigung, Entstörungsaufwand, Reparaturen u. dgl.)?

„Lebenszyklusorientierte Planungsprozesse, Ausschreibungen und Vergaben – Pilotierung in der Projektbegleitung öffentlicher Bauvorhaben“ - Forschungsinitiative ZukunftBAU – Stand 05-2015

7. Projektbegleitungen im Lebenszyklusansatz – Ansätze und Beispiele für Optimierungen

- Welche Anlagen / Bauteile / Komponenten sind ausschlaggebend für Nutzungsqualitäten und Servicequalitäten? (erfolgskritisch für Nutzer bzw. Betreiber)

7.4.3 Phasenmodell

Das folgende für den Lebenszyklusansatz in hochtechnisierten Gebäuden entwickelte Phasenmodell beschreibt in den Phasen 1–5 den methodischen Ablauf zur Verbesserung der Betriebs- und Nutzungsprozesse im Re-Engineering von Technischen Anlagen am Beispiel von RLT-Anlagen (Abb. 7-4).

Phase 1 – Ermittlung des Nutzerbedarfs

- Erfassung der Räume mit A-B-C – Analyse
- Erstellen einer Raumliste mit erfolgskritischen Räumen
- Erstellen einer Raum-Anlagen-Matrix
- Erstellen eines zeitbezogenen Soll-Nutzerprofil der Anlage für erfolgskritische Räume
- Erstellen einer Anlagenliste für erfolgskritische Räume

Phase 2 – Ermittlung des Anlagenbestandes und der Anlagenprozesse

- Ermittlung der Ist-Verbräuche
- Ermittlung der Ist-Verbräuche der RLT-Anlage
- Analyse der Bestandspläne
- Beurteilung der Anlagenzustände
- Erfassung der realen Betriebszeiten
- Erfassung der Komponenten der RLT-Anlagen
- Ermittlung der komponentenbezogenen Hilfsenergie
- Ermittlung der Instandhaltungskosten der vorhandenen Komponenten der RLT-Anlage
- Ermittlung der Lebenszykluskosten der strategischen Bauteile der RLT-Anlage

Phase 3 – Planung der Erneuerungen und Maßnahmen der Prozessverbesserung

- Konzeptentwicklung für die Erneuerung der relevanten RLT-Anlage
- Erneuerungsoptionen als Bauteil-Produkt-Szenarien

„Lebenszyklusorientierte Planungsprozesse, Ausschreibungen und Vergaben – Pilotierung in der Projektbegleitung öffentlicher Bauvorhaben“ - Forschungsinitiative ZukunftBAU – Stand 05-2015

7. Projektbegleitungen im Lebenszyklusansatz – Ansätze und Beispiele für Optimierungen

- Soll-Nutzerprofil für Anlagenbetrieb
- Maßnahmen für die Gebäudeautomation
- Ermittlung des Sollverbrauchs der erneuerten RLT-Anlage
- Ermittlung der Soll-Bauteilenergie der aktiven Bauteile
- Neuplanung von Inspektion und Wartung der RLT-Anlage
- Ermittlung der Lebenszykluskosten der erneuerten Anlage
- Entwicklung eines Mess- und Zählkonzeptes für eine Lebenszyklusorientierte Betriebsführung
- Erstellen eines Entsorgungskonzeptes

Für ausgewählte Maßnahmen (mit zeitlicher Staffelung nach Prioritäten) erfolgt die Realisierungsplanung und Ausführung.

Phase 4 – Durchführung der geplanten Maßnahmen

Für ausgewählte Maßnahmen (mit zeitlicher Staffelung nach Prioritäten) erfolgt die Realisierungsplanung und Ausführung. Im Bereich qualitativer Analysen und organisatorischer Verbesserungen (z. B. Coaching, Training, Veränderung der Servicekultur) werden Maßnahmen zur Organisationsentwicklung vorgeschlagen.

- Demontage und Entsorgung der vorhandenen unbrauchbaren Anlagenbestandteile
- Überprüfung der geplanten Ökobilanz für die Entsorgung
- Montage der Neuanlage
- Inbetriebnahme der Neuanlage
- Übergabe der Anlagendokumentation der Erneuerungsmaßnahmen auf Basis einer Dokumentationsrichtlinie
- Organisatorische Vorbereitung der Monitoring Phase auf Basis der neuen Anlagendokumentation

Phase 5 – Monitoring Phase

Für die Überprüfung des Einsparerfolges wird ein Monitoring der Einspar- und Optimierungswirkungen im 1. und 2. Betriebsjahr durchgeführt.

7. Projektbegleitungen im Lebenszyklusansatz – Ansätze und Beispiele für Optimierungen

- Organisation des Monitoring innerhalb der Klinik-Betriebsführung
- Festlegung von Prüfpunkten und Prüfkriterien für Strategische Bauteile
- Dokumentation von Mängeln und Überwachung der Mängelverfolgung und Mängelbeseitigung
- Vergleich gemessener Energieverbräuche mit Sollvorgaben aus der Anlagenplanung und Anlagensimulation
- Einführung und Begleitung der veränderten Inspektions- und Wartungsmaßnahmen
- Monitoring Berichte
- Freigabe des Betreibermodells

Vorgehensmodell der Erneuerung einer RLT-Anlage im Bestand

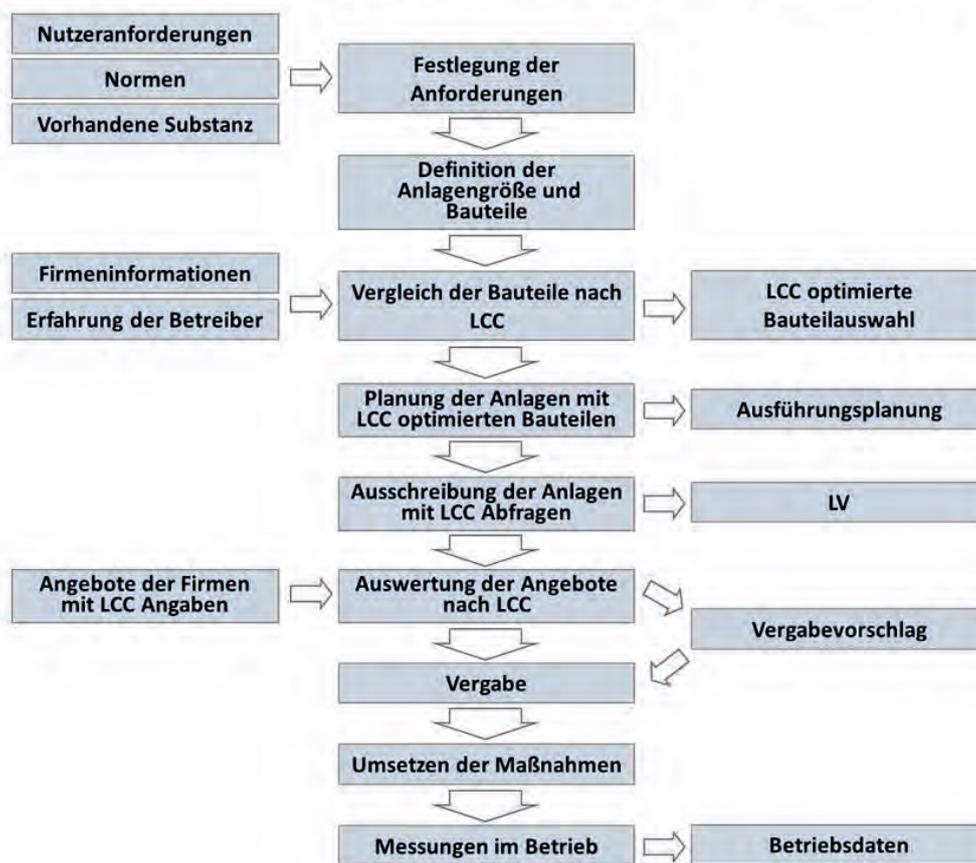


Abb. 7-4 Vorgehensmodell der Erneuerung einer RLT-Anlage im Bestand des Universitätsklinikums Leipzig [Quelle: IPS]

„Lebenszyklusorientierte Planungsprozesse, Ausschreibungen und Vergaben – Pilotierung in der Projektbegleitung öffentlicher Bauvorhaben“ - Forschungsinitiative ZukunftBAU – Stand 05-2015

Beispielhafte Durchführung der Sanierung von RLT-Anlagen in der Dermatologie

Als Musterbeispiel für die Erneuerung raumluftechnischer Anlagen sind vorhandene RLT-Anlagen zusammen mit der Kältetechnik im Gebäude der Dermatologie im Universitätsklinikum Leipzig vorgesehen. Nach einer durchgeführten Voruntersuchung ergab sich das folgende Optimierungspotenzial:

- Bei Einhaltung aller medizinischen und hygienischen Anforderungen können die im derzeitigen Betrieb vorhandenen Volumenströme reduziert werden.
- Nach Analyse der durch die RLT-Anlagen versorgten Räume sind zur Reduzierung der Volumenströme zusätzlich zu den vorhandenen Volumenstromreglern weitere Stränge mit Regeleinrichtungen nachzurüsten.
- Es sind Varianten zu prüfen mit Wärmerückgewinnung und einer möglichen Ausführung als KVS-System (Kreislauf Verbundsystem).

Im UKL durchgeführte Voruntersuchungen ergaben verschiedene Varianten mit unterschiedlichen Investitions- und Folgekosten, die nach dem oben beschriebenen Vorgehensmodell entwickelt wurden.

Da innerhalb der Projektbegleitung die Mittelfreigabe für die Ersatzinvestition nicht erfolgte, wurde die Ausschreibung im lebenszyklusorientierten Ansatz nur vorbereitet, aber nicht durchgeführt. Dafür ist das in Kap.7.7.2 beschriebene Verfahren vorgesehen, das in der UBA-Projektbegleitung erfolgreich für eine RLT-Anlage umgesetzt wurde. Das ist möglich, weil das entwickelte Muster als allgemein anwendbares Modell erarbeitet wurde (s. Dokumentation in Anhang A4-2).

7.5 Optimierung „Ökologisch-gesundheitlich Strategischer Bauteile“ in allen Projektphasen

Die Differenzierung der bauteilorientierten Ausrichtung von Planungsprozessen bis hin zur Ausschreibung und Vergabe auf „Strategische Bauteile“ erfolgte bislang ausschließlich hinsichtlich ermittelter Lebenszykluskosten. Durch die Projektbegleitung des Berliner Bauvorhabens „UBA 2019“ hat sich dieser Ansatz als tragfähig und zielführend erwiesen – und zugleich eine erweiterte Sichtweise eröffnet: Bei konsequenter Umsetzung der Nachhaltigkeitsforderungen nach dem BNB-System richtet sich auch der Fokus von Bauteiloptimierungen auf ökologische und gesundheitliche Bewertungsaspekte. Im gesamten Projektverlauf des "UBA 2019" erwies sich in dieser Perspektive die Entwicklung von Details für Baukonstruktion „Lebenszyklusorientierte Planungsprozesse, Ausschreibungen und Vergaben – Pilotierung in der Projektbegleitung öffentlicher Bauvorhaben“ - Forschungsinitiative ZukunftBAU – Stand 05-2015

7. Projektbegleitungen im Lebenszyklusansatz – Ansätze und Beispiele für Optimierungen

onen als eine planerische Herausforderung und Aufgabenstellung, die für das Nachhaltige Bauen einen vergleichbaren Stellenwert hat wie die Ausrichtung von Bauteiloptimierungen nach Lebenszykluskosten.

Die folgenden Ausführungen beschreiben Projektergebnisse und methodische Ansätze, die vom Auditor Nicolas Kerz auf der Grundlage des BNB-Bewertungssystems in Zusammenarbeit mit der Projektleitung, den Architekten und Nutzern in enger Zusammenarbeit entstanden sind.

7.5.1 Definition von Ökologisch-gesundheitlich Strategischen Bauteilen

Wenn man aus der Sicht des BNB-Bewertungssystems danach fragt, welche Bestandteile, insbesondere welche Bauteile und darunterliegend welche Produkte signifikante Beiträge in den BNB-Bewertungsskalen bewirken, steht nicht mehr das Bauwerk als Ganzheit im Brennpunkt der Nachhaltigkeit. Das dies möglich und sinnvoll ist, wurde im ZukunftBAU-Forschungsprojekt „Lebenszyklusorientierte Produktinformationen“ aufgezeigt und anhand des BNB-Systems im Detail analysiert¹⁰⁰. Eine bauteilorientierte und zusätzlich produktorientierte Durchmusterung eröffnet Optimierungsansätze, die sich mit dem bauteilorientierten Lebenszyklusansatz – wie er in den vorangegangenen Kapiteln dargelegt wurde – synergiereich verbinden. Im Projekt „UBA 2019“ wurden beide Ausrichtungen in der Planungsoptimierung parallel verfolgt. Nach Abschluss der Planungs- und Ausschreibungs-Vergabeprozesse ermöglicht nun der Rückblick auf die entwickelte und durchgeführte Methodik auch eine Klarstellung warum eine ökologische Ausrichtung von Konstruktionen in Verbindung mit gesundheitlichen Bewertungsaspekten einen eigenständigen Ansatz der Bauteilorientierung beinhaltet – und die Einführung des Begriffes „Ökologisch-gesundheitlich Strategische Bauteile“ begründet. Nach den Darlegungen des Auditors Nicolas Kerz haben folgende Gesichtspunkte dafür den Ausschlag gegeben, in der laufenden Entwurfs- und Konstruktionsarbeit für ausgewählte Bauteile in Baukonstruktionen Optimierungsziele der Nachhaltigkeit zu verfolgen. Dabei hatten folgende BNB-Kriterien eine Leitfunktion:

- **Kriterium der globalen Umweltwirkungen – BNB 1.1.1 – 1.1.5**
Emissionen in die Umwelt während der Herstellung und entlang der gesamten Pro-

¹⁰⁰ Vgl. ZukunftBAU Balck (ev. 2015)

duktions- und Logistikkette für Endprodukte und aller zugehörigen Vorprodukte, die im Baustellenprozess verwendet werden.

- **Kriterium der lokalen Umweltrisiken – BNB 1.1.6**
Emissionen in die Umwelt während der Baustellenprozesse/ Errichtungsprozesse
- **Kriterium flüchtiger Schadstoffemissionen in Innenräumen – BNB 3.1.3**
Emissionen innen genutzter Räume während der Nutzungsprozesse
- **Kriterium der End of Life-Phase – BNB 4.1.4**
Umweltbelastungen durch Abfall und Emissionen in Rückbauprozessen, bzw. vermeidbare Umweltbelastungen durch Recycling-Prozesse.

7.5.2 Optimierung Ökologisch-gesundheitlich strategischer Bauteile

Die differenzierte Anwendung dieser Kriterien erfordert bei Baukonstruktionen eine detaillierte Bauteilanalyse, insbesondere bis auf die Ebene der „Bauteilschichten“. In der gemeinsamen Arbeit mit den Architekten wurden für folgende Bauteile konstruktive Lösungen entwickelt, die den vorangegangenen Kriterien genügen mussten. Die im Anhang dargestellten Einzelbewertungen sind das Ergebnis einer Arbeitsweise, die für alle Beteiligten ungewohnt war und auf methodischem Neuland stattfand.

Es muss hervorgehoben werden, dass die Produktentscheidungen zum Entwurfszeitpunkt ein jeweiliges Optimum darstellen – nicht aber durchgängig als Standardlösung für alle Zukunft angesehen werden können. Das hängt schlicht damit zusammen, dass technologische Veränderungen und Produktinnovationen in wachsendem Tempo Lösungen, die heute noch optimal erscheinen, morgen als „veraltet“ angesehen werden müssen¹⁰¹.

Die von N. Kerz ausgewählten Ökologisch-gesundheitlich Strategischen Bauteile betreffen vorrangig Bauteile der Gebäudehülle – Bodenplatte / Fassade und Dach. Da in Hinblick auf die in Kap.7.1.3 beschriebene Strategische Alternative für das Tragwerk – Holz- vs. Betonbau – auch in ökologischer Hinsicht interessante Abwägungen und Alternativen geprüft wur-

¹⁰¹ N. Kerz hat bei einzelnen Lösungen im dokumentierten Anhang dazu an verschiedener Stelle Hinweise gegeben. Vor der Hintergrund dieses Umgangs mit auch im Projektablauf auftretenden Prozessen des Veraltens von Produkten und Produkteigenschaften macht es daher erforderlich, dieses Wissen über technologischen Wandel unter Planungsverantwortlichen stets aktuell zu halten und Erfahrungen über Entwurfslösungen zu kommunizieren.

7. Projektbegleitungen im Lebenszyklusansatz – Ansätze und Beispiele für Optimierungen

den, ist die Konstruktion der Geschossdecken als weiteres Strategisches Bauteil hinzugekommen.

Die im Anhang dokumentierten Ergebnisse wurden einheitlich nach folgendem Darstellungsschema beschrieben:

Beschreibung der Konstruktion nach Bauteilschichten und Produkten

In der Reihenfolge der Schichten der Bauteilstruktur wurde jede Schicht mit konstruktiven Details dargestellt. Der Detaillierungsgrad entspricht den eingesetzten Materialien bzw. Produkten.

Bewertung der Bauteilschicht / eingesetzten Produkte

- Bewertung hinsichtlich von Emissionen in die „Globale Umwelt“ und in die „Lokale Umwelt“
- Bewertung hinsichtlich von Emissionen im Innenraum (Raumluft-Hygiene)
- Bewertung der Rückbaubarkeit (Bewertung der Reversibilität von Bauteilschichten)
- Bewertung der Sortenreinheit (Bewertung der Qualität von Rückbauprozessen, als Input für Entsorgungsprozesse)
- Bewertung der Verwertbarkeit (z. B. Wiederverwendbarkeit oder mögliche Recycling-Prozesse).

Diese Bewertungsaspekte sind ein Teil aus dem Gesamtsystem des BNB-Bewertungssystems. Sie betreffen gebäudeexterne und gebäudeinterne belastende Emissionen und die End of Life-Phase. Die Eingrenzung ergab sich methodisch durch die Ausrichtung auf Bauteile. Deren Charakterisierung durch die berührten Aspekte „ökologisch“ und „gesundheitlich“ führte zu der Namensgebung „Ökologisch-gesundheitlich Strategische Bauteile“.

Konsequenzen ökologisch-gesundheitlicher Bauteiloptimierungen für Ausschreibungen

Im Hinblick auf die Festlegung von Anforderungen für Konstruktionen und Produkte in Ausschreibungen handelt es sich methodisch um die gleiche Vorgehensweise wie bei den in zuvor beschriebenen Bauteil-Produkte-Szenarien. Es geht um vorgelagerte Optimierungen, die nicht das Ausschreibungsverfahren mit einer eigenen Methodik hineinwirken. Die gefunde-

nen Optimierungsergebnisse werden produktbezogen mit entsprechenden produktneutralen LV-Texten oder der Angabe von Leitprodukten festgelegt.

Vergleich Ökonomisch Strategischer Bauteile und Ökologisch-gesundheitlich Strategischer Bauteile

In den vorangegangenen Darlegungen wurde in umfangreichen empirischen Analysen und methodischen Vorgehensmodellen herausgearbeitet, dass die Strategischen Bauteile in ökonomischer Sicht von den dazu abgegrenzten Nicht-Strategischen Bauteilen in unterschiedlichen Varianten von Pareto-Verteilungen (20/80-Verhältnisse) auftreten. Das führte zu der Konsequenz, in der Lebenszykluskosten-Betrachtung diese Nicht-Strategischen Bestandteile eines Bauwerkes traditionell zu behandeln und die Anstrengung auf Optimierungen der Investitionsanteile zu konzentrieren, die einen signifikanten Einfluss auf die Folgekosten haben. Es wurde entlang der DIN 276-Leitgliederung aufgeschlüsselt, dass in der Kostengruppe 300 Baukonstruktionen relativ wenige Ökonomisch Strategische Bauteile vorkommen und innerhalb der Gebäudetechnik zwar der weitaus größere Teil von Komponenten existiert, die nachhaltig Folgekosten generieren. Im Ganzen gesehen ist aber dieser Blick ein völlig anderer, als der, wenn man in ökologisch-gesundheitlicher Sicht die Bestandteile eines Bauwerkes durchmustert. Dazu eine charakterisierende Gegenüberstellung:

- Strategische Bauteile in ökonomischer Sicht betreffen nur einen geringen Teil der gesamten Gebäudemasse¹⁰². Dem gegenüber sind Ökologisch-gesundheitlich Strategische Bauteile größtenteils masseintensiv. Das gilt allerdings nicht bei Bauteilschichten mit geringen Materialstärken wie Putze, Anstriche, Lacke
- In energetischer Sicht sind Ökonomisch Strategische Bauteile fast ausschließlich durch ihren Betrieb energetisch relevant. Dem gegenüber sind masseintensive Bauteile charakterisiert durch einen hohen Energieanteil in den Produktions- und Lieferprozessen der zugehörigen Rohstoffe und Materialien (Graue Energie).
- Der weitaus größte Teil von Produkten, die für die Realisierung Strategischer Bauteile eingesetzt werden, sind Produkte der Gebäudetechnik. Umgekehrt sind Ökologisch-gesundheitlich Strategische Bauteile realisiert durch Bauprodukte im Bereich der Baukonstruktionen.

¹⁰² Nach einer groben Schätzung im durchgeführten Forschungsprojekt ist die Gesamtmasse Ökonomisch Strategischer Bauteile ca. 10 % der Bauwerksmasse.

7. Projektbegleitungen im Lebenszyklusansatz – Ansätze und Beispiele für Optimierungen

Es gibt aber auch viele Überschneidungen der ökonomischen und ökologisch-gesundheitlichen Sicht an gleichen Bauteilen. Die ökonomische Analyse und Bewertung ist prinzipiell immer im Spiel. Bei Komponenten der Gebäudetechnik sind ökologische wie gesundheitliche Aspekte selten. Generell kann gesagt werden, dass eine parallele Verfolgung der beschriebenen Ansätze erforderlich ist. Die Beobachtungen im Gesamtablauf des Projektes „UBA 2019“ bestätigen zudem, dass diese Parallelität konfliktfrei möglich ist und im günstigen Fall wechselseitige Vorteile ermöglicht¹⁰³.

WEITERFÜHRENDE FORSCHUNGSAUFGABE

In methodischer Hinsicht ergibt sich aus dem dargestellten Ansatz weiterer Forschungsbedarf, denn die Ausrichtung für bauteilorientierte Entwurfsoptimierung an den aufgeführten vier BNB-Hauptkriterien definiert gleichsam einen Entwurfskorridor. Es ist daher im Zuge und vor allen Dingen nach Abschluss ähnlicher Bauprojekte und ökologisch-gesundheitlich orientierter Optimierungen von Konstruktionen zu fragen:

- Welche Bauteile eines Bauwerkes sind im Gesamtsystem aller BNB-Kriterien und Bewertungsskalierungen sozusagen beeinflussbare Stellgrößen, mit denen ein signifikanter Einfluss auf das Gesamtergebnis der Bewertung erzielbar ist?
- Wie korrespondiert der Optimierungserfolg bei ausgewiesenen ökologisch-gesundheitlich fokussierten Bauteilen mit den dazu parallel durchgeführten Fokussierungen auf „Ökonomisch Strategische Bauteile“?
- In welchem Umfang können Produkthanbieter Produktinformationen bereitstellen, die für die bauteilorientierte Entwicklung optimaler Konstruktionen erforderlich sind?
- Welche Erfahrungen machen Betreiber in vorhandenen Gebäudebeständen mit den Prozessen des Rückbaus, der Entsorgung und anschließenden Recycling-Verfahren? Wie können in Wissenssammlungen und Datenbanken auf der Betreiberseite solche Informationen für Planer bei Umbau- und Neubauprojekten bereitgestellt werden?

¹⁰³ In den Einzeldarstellungen im Anhang A5 hat N. Kerz an verschiedenen Stellen Kostenvorteile benannt, die Optimierungsansätze aus ökologischer und gesundheitlicher Sicht mit wirtschaftlichen Vorteilen verbinden.

7.6 Optimierung Ökonomisch Strategischer Bauteile in der Entwurfs- und Ausführungsplanung

7.6.1 Optimierung von Bodenbelägen

Da in beiden Neubauvorhaben Hartböden benötigt wurden, wurde in Abstimmung mit den beteiligten Verantwortlichen auf der Bauherrenseite und den Architekten eine Untersuchung von unterschiedlichen Belägen für verschiedene Nutzungsanforderungen untersucht. Betrachtet wurde ein Spektrum gängiger Belagsarten im Hinblick auf Büronutzungen und im Hinblick auf spezielle Anforderungen für Schulen, insbesondere für Klassenräume.

Die Ergebnisse des Materialvergleichs alternativer Bodenbeläge im Anhang Tabelle A5-3 zeigen erhebliche Unterschiede in den Folgekosten aufgrund unterschiedlicher Materialwahl und unterschiedlicher Oberflächeneigenschaften. Die verglichenen Hartbodenbeläge im Bereich Kunststoffbeläge und Holzparkett zeigen, dass im Wesentlichen drei Parameter für die Lebenszykluskosten erfolgskritisch sind: (1) Höhe der Investitionskosten, (2) Kosten für Reinigung und Pflege, (3) Lebensdauer der Deckschichten / des Gesamtbelages

Abhängig von den Oberflächeneigenschaften der untersuchten Bodenbelagsmaterialien ergeben sich auf der Basis der vorgegebenen Nutzungsbedingungen teilweise wesentliche Unterschiede für Reinigungs-/ Pflegeprozesse.

Die ermittelten Kosten sind sowohl abhängig von den vorgegebenen Nutzungsanforderungen und insbesondere von der Forderung einer langen Haltbarkeit mit einer Nutzungsdauer von mindestens 50 Jahren. Die im Rechenmodell ermittelten günstigen Lebenszykluskosten für bestimmte Parkettböden und für einen Boden aus Polyurethan führten in beiden Projektbegleitungen – sowohl für den Büroneubau in Berlin als auch für den Schulneubau in Karlsruhe – zu der Entscheidung für einen Parkettboden. Daraus kann aber nicht abgeleitet werden, dass im Vergleich der untersuchten Böden alle anderen Bodenmaterialien nicht empfehlenswert sind. Ermittlungen dieser Art müssen immer projektspezifisch erfolgen, d. h. Materialien und Produkte, die in einem Nutzungs- und Betriebszusammenhang optimal sind, können in einem anderen Anwendungszusammenhang auch weniger geeignet sein.

7.6.2 Optimierung von Aktiven Bauteilen

Die Charakteristik und der methodische Stellenwert Aktiver Bauteile wurden in Kap.4.2 beschrieben. Es wurde ausgeführt, dass durch die EU-Ökodesign-Richtlinie die Effizienzbeurteilung für den Einsatz gebäudetechnischer Komponenten mit eigenem funktionsbedingtem Energieverbrauch in der gesamten Nachhaltigkeitsdiskussion einen großen Stellenwert erlangt hat. Rechnerisch wurden folgende Parameter im Abgleich mit Referenzprodukten ermittelt, die im Rahmen einer Marktrecherche vor dem Hintergrund der vorhandenen raumbezogenen bzw. anlagenbezogenen Planung in die Modellrechnung einbezogen:

- Mengengerüst der Produkte für raum- / anlagenbezogen erforderliche Bauteile.
- Anschlusswerte der elektrischen Leistungsaufnahme (in Watt). Teilweise wurden in Sensitivitätsrechnungen Minimalwerte, Mittelwerte und Maximalwerte verglichen.
- Zeitbezogenes Nutzungsprofil
Z. B. wurde ein Nutzungsprofil für Leuchten in Abhängigkeit von den lokal vorgesehenen Raumnutzungen und wahrscheinlichen zeitlichen Schaltzeiten berechnet. In Variantenrechnungen wurden außerdem Möglichkeiten der Optimierung in Verbindung mit Tageslichtbedingungen und individuellen Nutzeranforderungen verglichen.

Aktive Bauteile der Gebäudeautomation – ein Problemfeld

Die hiernach in einem ersten Berechnungsgang ermittelten Ergebnisse wurden zusammen mit Prof. Becker, Mitglied der wissenschaftlichen Begleitgruppe des Forschungsvorhabens, einer genaueren Beurteilung und Analyse unterzogen. Dabei wurde eine Reihe von Problemen erkennbar, die besonders Ungenauigkeiten der angewandten Ermittlungsmethode bei Bauteilen der Gebäudeautomation betreffen:

- GA-Komponenten haben nach heutigem Standard einen 24 Std. Betrieb mit durchgehendem Stromverbrauch – entweder für den operativen Einsatz oder als Stand-by-Verbrauch. Für nahezu alle anderen (nicht elektronischen) Aktiven Bauteile gilt das nicht. Die prognostizierten Kosten für den Stromverbrauch der GA-Bauteile waren folglich – im zeitlichen Kontinuum von täglich 24 Std über Zeitschnitte in mehreren Jahrzehnten überdurchschnittlich hoch.
- Eine genauere Berechnung der Bauteilenergie ist aber nur mit Simulationsmodellen möglich, für die es zurzeit keine Standards gibt.

7. Projektbegleitungen im Lebenszyklusansatz – Ansätze und Beispiele für Optimierungen

- In den LZK-Modellen der Projektbegleitungen wurden Prognosewerte für die Komponenten der Gebäudeautomation mit Hilfe der Jahreskostenfaktoren und Nutzungsdauern errechnet, die in der VDI 2067 (2012) für das Gewerk Gebäudeautomation angegeben werden. Die Übertragung in das LZK-Modell erfolgte in gleicher Weise wie für die anderen Gewerke der VDI 2067 – allerdings mit einem überraschenden Ergebnis: Die prognostizierten Kosten für das Betreiben und den zyklischen Tausch der GA-Komponenten waren im Verhältnis zu den Wiederbeschaffungswerten gegenüber allen anderen Bauteilen am höchsten. Auch hier besteht zurzeit keine Möglichkeit alternative Berechnungsverfahren einzusetzen.

Um diesen Unsicherheiten für die GA-Anlagen beurteilbar zu machen, wurden – abweichend von dem für alle Aktiven Bauteile einheitlich verwendeten Verfahren – die errechneten Werte des Bauteil-Stromverbrauchs und die prognostizierten Bauteilkosten des Betriebes und Erneuerns in Sensitivitätsanalysen stufenweise abgemindert (Abb. 7-5 und Abb. 7-6 und vgl. Anhang A3). Die resultierenden Rechenergebnisse haben aber trotzdem noch eine signifikante Größenordnung, die offene Fragen für Forschungsarbeiten beinhalten. Die Hilfsenergie von elektronischen Bauteilen wurde in der Fachwelt lange ignoriert, ist aber aktuell ein Diskussionsthema geworden¹⁰⁴.

Detaillierte Betrachtung der Kostentreiber im Bauteil Raumautomation Regler Zeitschnitt 20 Jahre bei maximale Nutzungsdauer

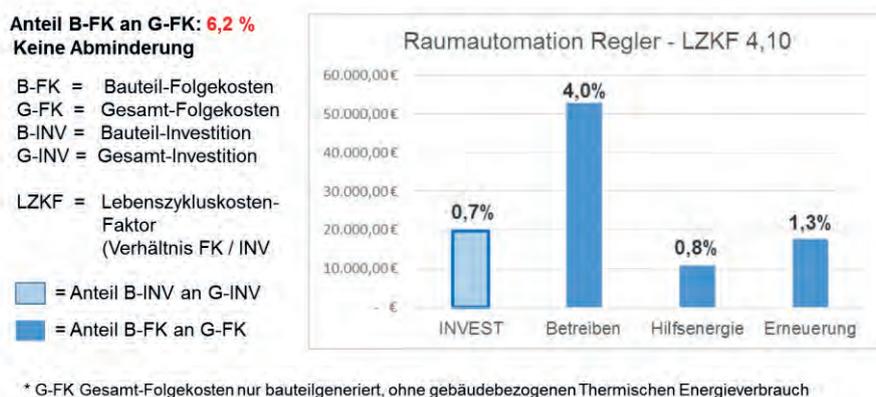


Abb. 7-5 Kostentreiber elektronischer Bauteile – Beispiel Regler Raumautomation

¹⁰⁴ Vgl. R. Grupp: „Intelligente Geräte verbrauchen zu viel Strom“ – in: CCI Branchenticker 22.10.14 und R. Grupp „Was bringt die nahe Zukunft der Gebäudeautomation?“ s. Trend „Stromsparende Bauteile“ - in: cci Zeitung 05/ 2015.

Detaillierte Betrachtung der Kostentreiber im Bauteil Raumautomation Regler Zeitschnitt 20 Jahre bei maximale Nutzungsdauer



Abb. 7-6 Kostentreiber elektronischer Bauteile – Beispiel Regler Raumautomation – Sensitivitätsanalysen durch Minderungsfaktoren

WEITERFÜHRENDE FORSCHUNGSAUFGABE

Die aufgeführten Probleme und die nach derzeitigem Stand verfügbaren Kennwerte, Herstellerdaten und Softwarewerkzeuge sind unzureichend, um derzeit belastbare Prognoserechnungen für Folgekosten Aktiver Komponenten der Gebäudeautomation durchzuführen. Empfohlen wird daher ein Forschungsprojekt zusammen mit Industriepartnern der Gebäudeautomation und Betreibern umfangreicher Liegenschaften mit hohem Technikanteil. Aufgrund bereits durchgeführter Studien¹⁰⁵ werden dafür zusammen mit Prof. Becker folgende Bausteine umrissen:

(1) Untersuchung des Stromverbrauchs Aktiver Bauteile der Gebäudeautomation in Testinstallationen

- Differenzierung der Bussysteme und Komponenten für typische Einsatzbereiche, ggf. für ausgewählte Gebäudetypen.
- Jede eingesetzte Buskomponente, egal ob Sensor, Aktor, Regelgerät oder Systemkomponente, hat eine bestimmte Verlustleistung im laufenden Betrieb (Dauerbetrieb), selbst wenn aktuell keine Mess- und Stelleingriffe über diese Komponenten erfolgen. Dieser Bereitschaftsverbrauch (Stand-by-Verbrauch) ist getrennt vom operativen Einsatz der Komponenten zu untersuchen.
- Ermitteln der Stand-by-Verbrauchswerte in Testinstallationen. Bisher durchgeführte Messungen unter Forschungsbedingungen ergaben für die überwiegende Anzahl der Sensoren und Aktoren vergleichsweise geringe Werte. Allerdings hatten die Systemkomponenten deutlich höhere Werte. Ausschlaggebend für den Gesamtverbrauch ist die Anzahl der Systemkomponenten je Anlage.
- Bei Gebäuden mit hoch wärmegeprägten Bauteilen (z. B. Passivhäuser) muss davon ausgegangen werden, dass der Einfluss des Stand-by-Verbrauchs tendenziell steigt, da der Gesamtenergiebedarf des Gebäudes wesentlich geringer ausfällt und damit der Stand-by-Verbrauch relativ an Bedeutung gewinnt.

¹⁰⁵ Becker (2009) / Becker (2008).

(2) Untersuchung von Kenndaten zur Prognose der Kosten des Betriebes und der Erneuerungskosten Aktiver Bauteile der Gebäudeautomation

- Zukünftige Standards zur Ermittlung von Prognosewerten für die Komponenten der Gebäudeautomation mit Hilfe von Jahreskostenfaktoren und Nutzungsdauern benötigen Ergänzungen zur VDI 2067. Benötigt werden empirische Daten aus Betreiberorganisationen, die überprüfbar sind und dadurch belastbare Berechnungen ermöglichen – verbunden mit einem begründbaren Genauigkeitsgrad.
- Zu prüfen sind insbesondere die Unterschiede der Größenordnungen zwischen den Gewerken. Die bauteilbezogenen Werte der VDI 2067 für GA-Komponenten sind gegenüber den Bauteilkennwerten der anderen Gewerke extrem hoch. Der Durchschnitt¹⁰⁶ aller Jahreskostenfaktoren je Bauteilart für Instandsetzungen, Inspektion und Wartung liegt im Gewerk Heizung bei ca. 1,5 %, im Gewerk Lüftung bei ca. 6,5 % und im Gewerk Gebäudeautomation bei über 15 %. Auch die Nutzungsdauern unterscheiden sich in der Größenordnung. Der Durchschnitt aller Nutzungsdauern im Gewerk Heizung liegt bei ca. 20 Jahren, im Gewerk Lüftung bei ca. 15 Jahren und im Gewerk Gebäudeautomation bei unter 10 Jahren.

Die dargestellten Extremwerte sind – wie oben beschrieben – nach dem derzeitigen Stand verfügbarer Daten und Methoden nicht belastbar¹⁰⁷ – sie signalisieren aber ein Branchenproblem:

Komponenten der Gebäudeautomation dienen vorrangig der Einsparung von Energie im intelligenten Gebäudebetrieb. Sie sind aber zugleich Kostentreiber durch bauteilgenerierte Folgekosten

Hersteller müssen diesen Sachverhalt als technologische Herausforderung wahrnehmen – und zeitnah effiziente Produkte entwickeln – in Verbindung mit Verfahren für Effizienznachweise in Planungs- und Monitoringprozessen.

¹⁰⁶ Durchschnitt bezogen auf die je Gewerk gelistete Anzahl der Bauteilarten, ohne Gewichtung nach zugehörigen durchschnittlichen Anteilen der Investitionskosten

¹⁰⁷ Zur Absicherung wurden die ursprünglich errechneten Werte um 50 % abgemindert.

Aktive Bauteile – Auswertungen nach LZK-Faktoren

In der Übersicht aller untersuchten Aktiven Bauteile in den begleiteten Projekten zeigen die Auswertungen mit Cluster-Analysen nach LZK-Faktoren, dass Aktive Bauteile als Kostentreiber an vorderster Stelle auftreten (Anhang A2-5).

- Stromverbrauchende Komponenten der Gebäudeautomation
- Leuchten und Lichtsysteme – mit außerordentlichen Vorteilen beim Stromverbrauch durch neue Technologien wie LED-Produkte. Hier greift die methodische Regel, überdurchschnittlich hohe Anschaffungskosten mit günstigeren Folgekosten im zeitlichen Verlauf zu vergleichen. Umgekehrt wäre es falsch, lediglich Einkaufspreise zugrunde zu legen, um eine Produktentscheidung zu treffen.
- Elektrische Antriebe (z. B. in Pumpen und Ventilatoren) sind Kostentreiber in zahlreichen technischen Anlagen. Auch hier sind technologische Innovationssprünge, insbesondere durch die stromsparende EC-Technologie erfolgskritisch.

Der für den Betrieb Aktiver Bauteile notwendige Stromverbrauch wird in der EnEv unter der Kategorie „Hilfsenergie“ beschrieben und dort rechnerisch berücksichtigt. Allerdings ist dieser Begriff nicht ausreichend, um das Phänomen der „Energy using Products“ umfassend zu beschreiben. Eine einheitliche Sprachregelung besteht zurzeit nicht¹⁰⁸.

7.6.3 Auswahl von Leuchten in Bauteil-Produkte-Szenarien

Die Anwendung lebenszyklusorientierter Bewertungsverfahren für alternative Bauteile und damit verbunden für alternative Produktvarianten bei der Planung und Entscheidungsvorbereitung für Leuchten und Lichtsysteme verdeutlicht als Musterbeispiel die Zweckmäßigkeit eines Bauteile-Produkte-Szenarios. Dabei geht es nicht nur um den Vergleich von Investitions- und Folgekosten, sondern auch um vergleichende Qualitätsbewertungen.

Vielfalt bei Produktalternativen durch technologischen Wandel und Design

Der zeitliche Takt für Innovationen bei dem Produktangebot für Leuchten und Lichtsysteme wird zunehmend kürzer. Das zeigen jährliche Messebesuche, die nicht nur für unterschied-

¹⁰⁸ So wird in der Fachsprache der Elektrotechnik die erforderliche elektrische Energie für Leuchtmittel und Leuchten in der Regel nicht mit einem eigenen Terminus bezeichnet.

7. Projektbegleitungen im Lebenszyklusansatz – Ansätze und Beispiele für Optimierungen

lichste Anwendungen eine Vielfalt möglicher Produkte zeigen, sondern auch die Kriterien der Nachfrage selber verändern.

- Die Spezifikation von Anforderungen an Leuchten und Lichtsysteme durch Bauherren, Nutzer und dafür stellvertretend durch Planer umfasst ein breites Spektrum, oft mit Zielkonflikten – besonders durch unterschiedliche Anforderungen an die Lichtqualität, i. d. R. sehr spezielle Designvorstellungen und ökonomische Begrenzungen.
- Mit der im Marktgeschehen noch ungewohnten Einbeziehung von Anforderungen an die Energieeffizienz sind systemische Optimierungsansätze verbunden: Besonders in Nicht-Wohngebäuden haben raumbezogene Lichtleistungen als Nebenwirkung einen Wärmeeffekt, der ggf. durch Kühlung ausgeglichen werden muss.
- Bei der Erfüllung von Arbeitsplatzqualitäten sind Lux-Werte z. B. für definierte Bereiche einer Tischfläche einzuhalten. Da im Verlauf der Betriebszeit von Leuchtmitteln die Lichtleistung (Beleuchtungsstärke) nachlässt, sind dafür im Betrieb der Leuchtmittel / Leuchten Tauschzyklen einzuhalten, damit Mindestwerte nicht unterschritten werden.
- Die Qualität und Effizienz der Lichtleistung ist abhängig von den Reflexionseigenschaften der Materialien der Raumboflächen.

Um derart komplexe Anforderungen in der Planung berücksichtigen zu können, hat sich der Einsatz von Software bewährt, mit deren Hilfe räumliche Gegebenheiten in 3D-Modellen und Grafiken abbildbar sind¹⁰⁹. Die damit mögliche effiziente Auslegung von Leuchten und Lichtleistungen hat sich im Marktgeschehen aber unter einer Randbedingung etabliert, die vergaberechtlich zu beachten ist:

Auslegungssoftware für Leuchten enthält als Arbeitsvoraussetzung eingelesene Produktdaten von Herstellern.

Da beliebige Produkte von Leuchten-Herstellern eingepflegt werden können und für Planer praktisch zur Verfügung stehen, ist damit keine Wettbewerbsverzerrung verbunden. Die im praktischen Planungsprozess unvermeidbare Verarbeitung konkreter Produktdaten führt aber in einer weiteren Bearbeitungsstufe, wenn Lebenszykluskosten von Leuchten ebenfalls

¹⁰⁹ In der Projektbegleitung im UBA-Projekt wurden von den Fachplanern mit der Software DIALux die zu beleuchtenden Räume mit planerisch und gestalterisch vordisponierten Leuchten modelliert.

7. Projektbegleitungen im Lebenszyklusansatz – Ansätze und Beispiele für Optimierungen

softwaregestützt untersucht und verglichen werden, zu Ergebnissen, in denen konkrete Produktanforderungen konkreten Produktmöglichkeiten gegenübergestellt werden.

Im Forschungsprojekt wurde dafür ein im Internet allgemein verfügbares Optimierungswerkzeug verwendet¹¹⁰. Die damit ermittelten Berechnungen wurden auf der Basis von Vorgaben der Bauherren / Planer / Nutzer für mögliche (aber beliebige) geeignete Leuchten-Produkte als Orientierungshilfen eingesetzt. Die Beschaffungsentscheidung erfolgte mit Hilfe einer davon unabhängigen Bewertungsmatrix (Abb. 7-7)

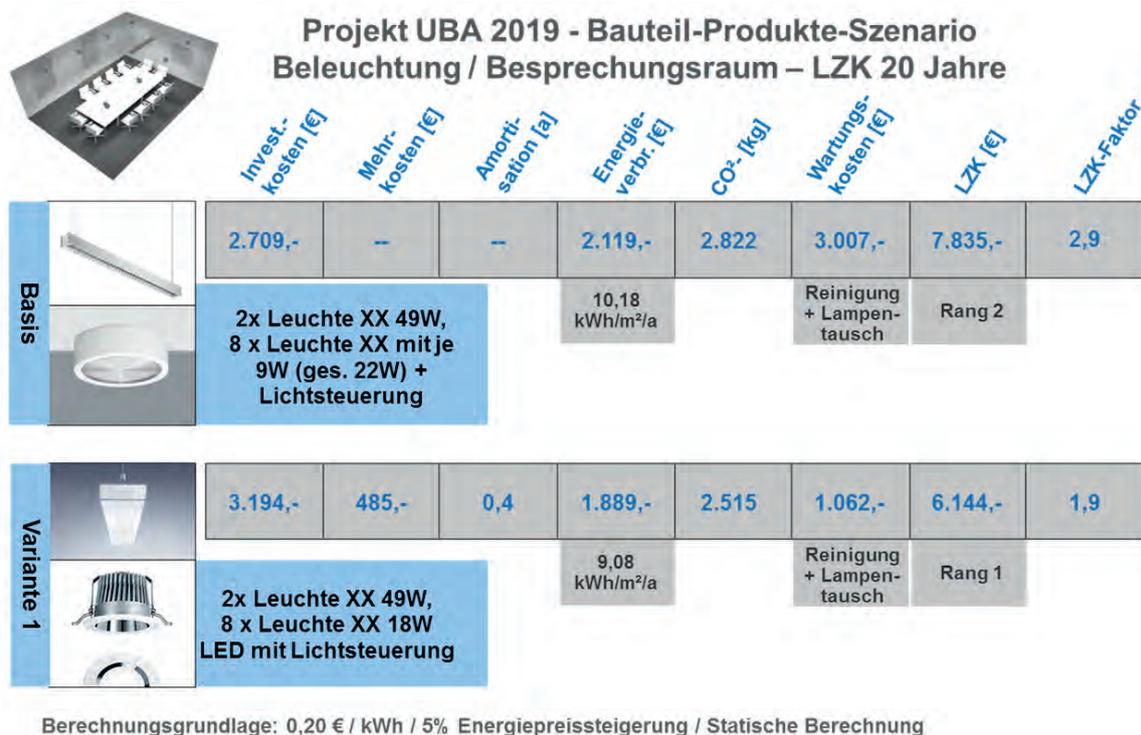


Abb. 7-7 Bewertung von alternativen Leuchten durch Analyse der Lebenszykluskosten für 20 Jahre [Quelle IPS]

Bauteile-Produkte-Szenarien

Für diese Vorgehensweise wurde im Forschungsprojekt die Bezeichnung „Bauteile-Produkte-Szenario“ gewählt. Solche Szenarien haben hinsichtlich der sich anschließenden Ausschreibungs- und Vergabeprozesse eine methodische Konsequenz:

¹¹⁰ Verwendet wurde die Software ecoCALC des Leuchtenherstellers Zumtobel. Rechnerisch wurden dabei berücksichtigt: Dynamischer Betrieb, Energietarife, Netzabschaltungen, Dimm-Charakteristik, Tageslichteinsparungen, automatische Ermittlung der wartungsbezogenen Beleuchtungsstärke.

7. Projektbegleitungen im Lebenszyklusansatz – Ansätze und Beispiele für Optimierungen

Die Ergebnisse der Planungs- und Optimierungsarbeit führt bei Leuchten zu „produktscharfen“ Ergebnissen.

Wie in Teil 3 des Forschungsberichtes ausführlich dargelegt wird (Kap. 9.3.1.5), ist die Forderung der „Produktneutralität“ für Produktspezifikationen in Leistungsbeschreibungen einzuhalten. Für die Umsetzung der durch Anwendung softwaregestützter Bauteiloptimierung sich ergebenden konkreten Produktdaten muss daher immer geprüft werden, in wieweit diese Daten in eine Ausschreibung einfließen können. Am Beispiel Leuchten wurden in der Projektbegleitung dazu folgende Möglichkeiten diskutiert und entsprechend umgesetzt:

- In einer Rückübersetzung der produktscharf ermittelten Optimierungsergebnisse wurden Anforderungsprofile so neutral formuliert, dass Bieter die aus ihrer Sicht günstigsten Produkte als Angebote eintragen können.
- In Verbindung mit besonderen Anforderungen an das Leuchten-Design wurden die als optimal herausgefundenen Produkte als „Leitprodukte“ in das Leistungsverzeichnis aufgenommen, mit dem klassischen Hinweis „oder gleichwertig“.

Diese Möglichkeiten sind keineswegs unproblematisch und bedürfen in der Planungs- und Beschaffungspraxis jeweils detaillierter Abwägungen. Vgl. die juristischen Ausführungen in Teil 3, besonders die Hinweise zur Projektanten-Problematik (Kap 9.3.1.3). Als „Projektanten“ werden Experten bezeichnet, die in Unternehmen – als ausführende Firmen oder Produktanbieter – beratend Bauherren oder Planer unterstützen¹¹¹.

Randbedingungen von Bauteil-Produkte-Szenarien

Die beispielhaft für alternative Leuchten und Lichtsysteme simulierten Bauteil-Betriebsprozesse ermöglichten die Berechnung von energetischen und wartungsbezogenen Folgekosten. Ihnen mussten aber zur Bewertung der zu erwartenden Lebenszykluskosten auch Investitionskosten gegenübergestellt werden, die im Zustand der Planung nur geschätzt werden konnten. D. h. die Ergebnisse aus dem beschriebenen Simulations- und Berechnungsverfahren könne solange keine ausreichende Entscheidungsgrundlage sein, wie die zu

¹¹¹ Vgl. dazu die grundlegenden Untersuchungen im ZukunftBAU Projekt „Lebenszyklusorientierte Produktinformationen“. Darin wird vor allem für technologiegetriebene Produkte erklärt, dass die „Unternehmenspotenziale“ von Herstellerfirmen – besonders das dort verfügbare Produktwissen – nicht einseitig durch „Dokumente“ erschlossen werden kann. Vielmehr ist dafür die anwendungsbezogene Kommunikation mit Experten der Hersteller unverzichtbar, wenn bestmögliche bauliche Lösungen angestrebt werden – Balck (ev. 2015).

einem Vergabezeitpunkt festliegenden Preise für den Einkauf nicht bekannt sind. Diese Unsicherheit haftet aber jedem Bauteile-Szenario-Verfahren an. Aus diesem Grunde wurden beispielhaft für ausgewählte „Basisvarianten“ und eine mögliche Optimierungsvariante eine Preisdifferenz um +/- 15 % zur Berechnung berücksichtigt. Dabei sollte herausgefunden werden, ob durch deutliche Verringerung eines geschätzten Einkaufspreises bei gleichen Folgekosten, die Gesamtbetrachtung der Lebenszykluskosten in einem definierten Zeitraum (von 20 Jahren) insgesamt kostengünstig ist oder nicht.

Sensitivitätsanalysen „produktscharfer Einkaufsoptionen“ – Problematik alternativer Positionen

Solche Sensitivitätsanalysen ermöglichen es, vorläufige „produktscharfe Einkaufsoptionen“ zu relativieren. Somit könnten die im nachlaufenden Ausschreibungs- und Vergabeverfahren offenen Spielräume für die Preisbildung der Bieter offengehalten werden. Das wiederum setzt aber voraus, dass die Abwägung von Produktalternativen auch in Leistungsverzeichnissen und anschließend in der Vergabebeurteilung möglich bleibt. Praktisch bedeutet das, in Leistungsverzeichnissen, Positionen für alternative Bauteile einzubeziehen. Das wiederum ist in öffentlichen Vergabeverfahren entweder erschwert oder gar nicht möglich. Und wenn dies möglich ist, muss in dem gesamten Ablauf des Ausschreibungs- und Vergabeverfahrens ein erhöhter Aufwand, insbesondere für die Prüfung von alternativen Angebotsergebnissen, berücksichtigt werden¹¹². Die Ermittlung der Unterschiede bei Lebenszykluskosten für verschiedene Bauteilvarianten und die zugehörigen Produktvarianten hat aber eine weitere Problematik, die aus dem heutigen Marktgeschehen resultiert: Der erhöhte Aufwand ist nicht nur im Ausschreibungs- und Vergabeprozess, sondern auch im bei der Bearbeitung durch Bieter zu beachten. Tatsächlich besteht das Risiko bei lebenszyklusorientierten Ausschreibungen, dass durch den erhöhten sachlichen und zeitlichen Bearbeitungsaufwand ggf. interessierte Bieter aus diesen Gründen kein Angebot abgeben.

Diese Einschränkungen sprechen aber nicht gegen die Methodik des Bauteil-Produkte-Szenarios. Vielmehr ist umgekehrt für Strategische Bauteile und entsprechende Marktangebote diese Vorgehensweise zukunftsreich. Dazu sind aber Produkterfahrungen in der Gesamtkette von der Planung über Ausschreibung und Vergabe bis zum Betrieb in Form von systematischen Wissenssammlungen und Datensammlungen aufzubauen. Es ist zu erwar-

¹¹² Durch die konkreten Randbedingungen in den Projektbegleitungen und vergaberechtlichen Erschwernisse wurde dieser Verfahrensweg sehr eingeschränkt und weitgehend vermieden.

ten, dass auf einer solchen Grundlage im Vorfeld von Beschaffungsentscheidungen Eingrenzungen nach den Zielvorgaben der Nachhaltigkeit erleichtert werden.

7.7 Optimierung Ökonomisch Strategischer Bauteile in Ausschreibungs- und Vergabeverfahren

7.7.1 Randbedingungen bauteilorientierter und produktorientierter Ausschreibungen im Lebenszyklusansatz

In den vorangegangenen Ausführungen über die Durchführung von Marktrecherchen über geeignete Produkte zu Bauteilen, die in der Planung vorgesehen sind, wurde als methodische Regel herausgestellt, dass auf der Bauteilebene Lösungsvarianten und insbesondere Produktvarianten in allen Entwurfsphasen bearbeitet werden können. Das hat immer dann Vorteile, wenn damit ein Wissen verbunden ist, das ausreicht, um das erreichbare Optimum erkennbar zu machen und eine von daher eindeutige Vorgabe für Leistungsverzeichnisse möglich ist.

Am Beispiel Material- und Produktanalysen in einem Lebenszykluskosten-Rechenmodell und mit softwaregestützten LZK-Berechnungen für alternative Leuchten wurde diese Vorgehensweise zuvor als gangbar und hilfreich beschreiben. Zu den wichtigsten Ergebnissen der durchgeführten Projektbegleitungen gehört aber auch, dass bauteilbezogene und dazu korrespondierende produktbezogene Marktrecherchen und Bewertungsprozesse – als Entscheidungsvorbereitung im projektbezogenen Beschaffungsprozess für Bauherren – nicht in gleicher Weise in Ausschreibungs- und Vergabeverfahren hineingetragen werden können. Das hat eine Reihe von Gründen, die im Detail auch in Teil 3 in juristischer Hinsicht untersucht wurden. Folgende Erschwernisse zeigten sich im Laufe der Projektbegleitungen:

- Planungsbezogene Alternativen, insbesondere alternative Möglichkeiten für definierbare Bauteile (z. B. verschiedene Bodenbeläge oder Leuchten) sind nach gültigem Vergabeverständnis und Vergaberecht als „Markterkundungen“ in Form alternativer Leistungspositionen nicht zulässig (vgl. Kap. 9.3.1.4). Vielmehr ist es die Aufgabe von Architekten und Ingenieuren, in einer Bauaufgabe optimale Lösungen in den vorgelagerten Entwurfs- und Planungsprozessen herauszufinden.
- Im begrenzten Umfang können vergaberechtlich zwar Alternativpositionen beschrieben werden, in denen im Hinblick auf Lebenszykluskosten Bieter alternative Produkte

benennen können. Dieses Verfahren ist allerdings sowohl vergaberechtlich als auch in den Regularien öffentlicher Vergabestellen sehr eingeschränkt.

Das sind nur die wichtigsten Gründe für eine Reihe von Erschwernissen, die sich dann ergeben, wenn man Lebenszyklusanforderungen nicht in den HOAI-Phasen 1-5 umsetzt, sondern in die Ausschreibungs- und Vergabephase hineinträgt. Vereinfacht gilt die methodische Regel:

Bauteilscharfe und produktbezogene Optimierungen sollten soweit wie möglich in den Planungsphasen vor der Ausschreibung erfolgen.

Bei Einhaltung dieser Regel ergeben sich für die konkreten Ausschreibungstexte in Leistungsverzeichnissen „lebenszyklusorientierte Anforderungen“ im Rahmen von produktneutralen Formulierungen. Die Erfahrungen in den Projektbegleitungen haben in vielfacher Hinsicht die Richtigkeit dieser Regel immer wieder bestätigt. Sie bedeutet praktisch, dass Architekten und beratende Ingenieure im engen Zusammenwirken mit den Bauherren und Nutzern sehr marktnah Wissen und Informationen erschließen müssen, damit die Inhalte einer Ausschreibung „lebenszyklusorientiert“ sind.

Verlagerung der Optimierungskompetenz auf Bieter

Es gehört aber auch die Umkehrung der beschriebenen methodischen Regel zu den Ergebnissen der Projektbegleitungen. Immer dann, wenn planerische Kompetenzen nicht ausreichen, um die Effektivität und Effizienz einer angestrebten technischen Lösung beurteilen zu können, ist zu klären, in welchem Umfang dies auf der Seite der Bieter möglich ist. Solche Fälle gibt es tatsächlich, wenngleich in sehr begrenztem Ausmaß und unter zweifellos erschwerten Bedingungen in dem dann einzuleitenden und durchzuführenden Ausschreibungs- und Vergabeverfahren¹¹³. Unter bestimmten Bedingungen ist aber die Umkehrung der zuvor formulierten methodischen Regel richtig und chancenreich:

¹¹³ Ursprünglich war dieser Sachverhalt bei Beginn des Forschungsprojekts in Hinblick auf Ausmaß und Konsequenzen nicht klar. Vielmehr wurde davon ausgegangen, dass für beliebige Bauteile und Produkte Ausschreibungsverfahren entwickelt werden können und in den anschließenden Vergabeprozessen ein Optimum durch Auswahl von „Best-Produkten“ möglich sei. Dass diese Hypothese nicht stimmt und nur sehr eingeschränkt umsetzbar ist, zeigen auch die juristischen Rahmenbedingungen in Teil 3.

7. Projektbegleitungen im Lebenszyklusansatz – Ansätze und Beispiele für Optimierungen

Wenn das produktbezogene Wissen zur Herbeiführung einer im Lebenszyklusansatz optimalen Lösung das planerische Wissen deutlich überwiegt, können lebenszyklusorientierte Ausschreibungs- und Vergabeverfahren eingesetzt werden.

Die Entscheidung, ob ein lebenszyklusorientiertes Ausschreibungs- und Vergabeverfahren einzuleiten ist, hängt also von der Beurteilung ab, auf welcher Seite das „erfolgskritische“ Wissen überwiegt – auf Seiten der vom Bauherren beauftragten Planer oder auf der Seite der vom Bauherren zu beauftragenden Bieter. Die Erfahrungen in den Projektbegleitungen sind in dieser Hinsicht nicht eindeutig. Tatsächlich ist die tradierte und bis heute vorherrschende Meinung bei Bauherren und Planern die, dass Architekten und Ingenieure alles zu wissen haben, was für eine erfolgreiche Planung und Bauausführung erforderlich ist. Besonders im Projekt „UBA 2019“ wurden in enger Zusammenarbeit mit allen Projektbeteiligten solche Abgrenzungsfragen diskutiert. Neben der Bestätigung der methodischen Hauptregel, dass soweit wie möglich die LV-Verfahren durch vorlaufende Optimierungen zu entlasten sind, ergab sich die entgegengesetzte Entscheidung für die Einbeziehung der RLT-Feinplanung in das gesamten Ausschreibungs- und Vergabeverfahrens.

Es handelt sich also bei der vom Bieter entwickelten Lösung um die Umsetzung einer „Output-Spezifikation“, wie sie z. B. in Generalunternehmer-Projekten oder im Extrem in PPP-Projekten üblich sind. Diese Vorgehensweise wird im nächsten Kapitel im Detail beschrieben. Vorausgeschickt werden kann aber folgende Verallgemeinerung:

Die nach Lebenszykluskriterien auszurichtende Ausschreibung und Vergabe ist organisatorisch und ggf. zeitlich aufwendiger als bisher übliche Verfahren. Sie ist aber dann sinnvoll und chancenreich in Hinblick auf ein zu findendes Optimum von Anforderungen der Nachhaltigkeit, wenn die Subsystem-Kompetenz bei Bietern deutlich höher ist als die traditionelle planerische Kompetenz des Auslobers.

7.7.2 Ausschreibung von RLT-Anlagen in einem Lebenszyklusansatz

Auswertungen in den Projektbegleitungen zeigen, dass die in den Beispielprojekten geplanten RLT-Anlagen viele Strategischen Komponenten enthalten – mit Lebenszykluskostenfaktoren in den Spitzenwerten zwischen 7 und 9 – also das 7- bis 9-fache der Bauteil-Investitionskosten –, die aber zusammen nur ca. 50 % der Investitionskosten der gesamten RLT-Anlagen ausmachen. D. h. ca. 50 % der Investitionskosten sind „Nicht-strategische Bauteile“, weil Bauteile wie Kanäle, Leitungen, Auslässe u. dgl. weder im Hinblick auf Ener-

„Lebenszyklusorientierte Planungsprozesse, Ausschreibungen und Vergaben – Pilotierung in der Projektbegleitung öffentlicher Bauvorhaben“ - Forschungsinitiative ZukunftBAU – Stand 05-2015

gieverbrauch noch im Hinblick auf die großen Kostentreiber Inspektionen / Wartungen / Entstörungen von Bedeutung sind.

Für die Ausschreibung der Raumluftechnischen Anlagen im UBA-Projekt wurde in enger Abstimmung mit der Vergabestelle des BBR in Berlin und in Übereinstimmung mit der juristischen Prüfung durch den Forschungspartner Prof. Franke ein Verfahren entwickelt und angewendet. In der Dokumentation im Anhang A4-2 werden verschieden Lastfälle beschrieben. Die Vergabeunterlagen enthalten dafür Berechnungsmodelle. Nach den vom Bieter ausgewählten Produkte und den entsprechend eingegebenen Produktparametern kann der Bieter selber berechnen, welche von ihm angebotene Konfiguration der Komponenten welche Folgekosten beim Energieverbrauch bewirkt.

Das erwies sich als zielführend, weil zentrale Lüftungsgeräte für RLT-Anlagen aus Komponenten bestehen, die im Rahmen üblicher Ausschreibungen nicht festgelegt werden. Vielmehr ist es die Aufgabe von „Systemanbietern“, in LVs festgelegte Anforderungen an ein Lüftungsgerät in einer bieterinternen Detailfestlegung von Komponenten (wie Ventilatoren, Frequenzumformer, Wärmerückgewinnungsanlagen) so produktbezogen zu konfigurieren, dass das angebotene Gesamtsystem die geforderten Spezifikationen erfüllt. In diesem Fall ist für das Subsystem „Lüftungsgerät“ der Bieter der „Systemführer“. Im Zuge der Angebotsbearbeitung verwendet er dazu eigene Planungswerkzeuge und Rechenprogramme, in denen die Daten von Produkten durch Zulieferer bereitgestellt werden. Der Bieter hat dabei die Möglichkeit unterschiedliche Produktkonfigurationen zu prüfen und in seinem Angebot dazu eine Auswahlentscheidung zu treffen.

Bauteil-Produkte Zuordnung durch Bieter am Beispiel RLT-Gerät

SCHRITT 1

Prüfen, ob die ursprünglichen Planungsvorgaben wirklich notwendig sind oder ob es sich dabei auch um optimierbare Größen handelt.

SCHRITT 2

Qualität und Folgekosten variabler Parameter werden mit einer ABC-Bewertung markiert.

A = für Lebenszykluskosten von höchster Relevanz

B = für Lebenszykluskosten von mittlerer Relevanz

C = für Lebenszykluskosten von geringer Relevanz

SCHRITT 3

Eintragen von Maximal- / Minimal-Werten bei den variablen Parametern zu den erfolgskritischen Bestandteilen eines Lüftungsgerätes: Ventilator / Frequenzumformer / Wärmerückgewinnungsanlage WRG / Filter / Wärmetauscher / Befeuchter / Schalldämpfer / Gehäuse.

Eintragen von Maximal- / Minimal-Werten bei den variablen Parametern zu den erfolgskritischen Bestandteilen des Verteilungsnetzes (Kanalsystem): Volumenstromregler / Brandschutzklappen / Luftkanäle.

SCHRITT 4

Diesen Bauteilen sind alternative Produkte zuzuordnen – jeweils mit Vor- und Nachteilen. Auf dieser Grundlage erfolgt dann eine Ausschreibung.

SCHRITT 5

Entlang dieser Liste von Komponenten, Optimierungsvariablen und Produktalternativen werden die bauteilbezogenen Lebenszykluskosten (LZK) und soweit sinnvoll auch die entsprechenden Bauteil- und Anlagenqualitäten ermittelt.

Lebenszyklusbezogene Vorgaben in der RLT-Ausschreibung

Als Grundlage für die durch die Bieter zu berechnenden Betriebskosten wurde einheitlich folgendes Datenprofil in den Ausschreibungstext aufgenommen:

Berechnungszeitraum	30 Jahre
Energiepreis Elektro	0,2 €/kWh
Energiepreis Heizung	0,06 €/kWh
Energiepreis Kälte	0,12 €/kWh
Energiepreissteigerung	5 %/a
Externer Anlagendruck:	konstant
Volumenstrom	100 % an 1000 h/a
	Volumenstrom 70 % an 1000 h/a
	Volumenstrom 50 % an 500 h/a
Zulufttemperatur	kontant 18 °C ganzjährig
Kosten mit Stundenlohn	Monteur
Lohnpreissteigerung	3 %/a

Die Spezifikation im Anhang A 4-2 ist eine Erweiterung des für RLT-Geräte üblichen Ausschreibungstextes. Es enthält insbesondere Daten zu den Komponenten, die vom Bieter durch produktbezogene Daten (vom Bieter frei wählbare Produkte!) anzugeben sind und in dessen Berechnungen als Grundlage für seine eigene Optimierung möglicher Betriebskosten als Basis dienen. Der Text im Anhang A4-2 wurde einleitend in das Angebots-Leistungsverzeichnis aufgenommen.

Einbeziehung von Wartungskosten in die Berechnung von Lebenszykluskosten

Für die Einbeziehung von Inspektions- und Wartungskosten sind seit langem ergänzende Vertragspositionen im RLT-Haupt-LV getätigt worden. Sie wurden üblicherweise in Prozent der Gesamtsumme für Produktlieferungen und Montageleistungen berechnet. Für den Lebenszyklusansatz ist allerdings eine bauteilorientierte Spezifikation solcher Leistungen erforderlich. Das wurde aber im beschriebenen Beispiel nicht durchgeführt, da eine Reihe von juristischen Problemen bis heute noch nicht gelöst werden konnten:

- Wartungsleistungen, die auf einer Basis von 2 oder 4 Jahren vom Bieter kalkuliert werden, müssen im Berechnungsansatz auf 20 Jahre und im Extremfall auf 50 Jahre hochgerechnet werden. Die damit verbundenen Ungenauigkeiten der Kalkulation sind so groß, dass sie als Bewertungsgrundlage für Angebote nicht die ausreichende Validität besitzen.
- Die Vergabe von gewerkebezogenen Leistungen zur Errichtung einer RLT-Anlage wird oft ohne die zusätzlich angebotenen Wartungsleistungen beauftragt. Vielmehr werden Wartungsleistungen anschließend in einer gesonderten Vergabe von Facility Management-Leistungen oder durch Erbringung von Eigenleistungen beauftragt.

Dennoch ist es möglich die zu zuvor beschriebene lebenszyklusorientierte Ausschreibung mit der üblichen Position von Wartungsleistungen über 4 Jahre auch in den Lebenszykluskosten rechnerisch zu berücksichtigen. Dazu wird der in der Zeile „Summe Preise“ erfasste Gesamtbetrag um die angebotenen Wartungspauschalen ergänzt. Das ist auch vergaberechtlich einwandfrei (vgl. Kap. 9.3.1.2).

Für die Bewertung des LVs wurde allerdings das zusätzliche Bewertungskriterium Wartungskosten neben den Preisen für die einzelnen Positionen nicht einbezogen, weil Wartungsleistungen erst nach Fertigstellung auf Basis einer FM-Ausschreibung vergeben werden sollten.

7. Projektbegleitungen im Lebenszyklusansatz – Ansätze und Beispiele für Optimierungen

Die Tab. 7-3 enthält als Übersicht die Auswertungen für einen Bieter (ohne Wartung). Wesentlich ist die der gesamten Ausschreibung zugrunde liegende Differenzierung in Lastfälle der Strategischen Komponenten des Lüftungsgerätes. Berechnet wurden Betriebskosten ohne Barwerte, da lediglich die numerischen Unterschiede ausschlaggebend für die Bewertung waren. Als Betrachtungszeitraum wurde ein Zeitintervall von 30 Jahren angesetzt. Es entspricht der realistischen Nutzungsdauer der Komponenten eines Lüftungsgerätes. Erneuerungskosten wurden zur Vereinfachung des Verfahrens nicht berücksichtigt.

Wie in der Ausschreibung vorgegeben, wurde zur Bewertung von Preisen und Betriebskosten eine Gewichtung durchgeführt: Wichtung der Preise mit 70 % und Wichtung der Energiekosten mit 30 %.

Forschungsprojekt "LZ-orientierte Ausschreibung und Vergabe" © Prof.H.Balck -Stand 15.07.2013						
UBA Haus 2019 - Raumluftechnische Anlage - Rechenschema Bietervergleich (Musterbeispiel)						
Preise der Bauteilgruppen aus LZK - Vorstufe				Gleiche Leistungsaufnahme der Einzelbauteile je Bauteilgruppe		
Bauteilgruppen	Anzahl	Einheitspreis	Preise	Lastfälle	Energiekosten 30 Jahre	Bemerkungen
Ventilatoren*				Lastfälle: 100% / 70% / 50%		* im Zentralgerät
Zuluftventilator	1			Summe Lastfälle	45.510,61 €	Berechnung nach
Abluftventilator	1			Summe Lastfälle	36.873,56 €	Leistungsaufnahme
Summe Ventilatoren	2		21.561,98 €		82.384,17 €	
Plattenwärmeübertrager				Lastfälle: 100% / 70% / 50%		
				Summe Lastfälle Heizung	20.003,25 €	Berechnung nach
				Summe Lastfälle Kühlung	4.865,38 €	Rückwärmezahl
Summe Plattenw.	1	4.603,64 €	4.603,64 €		24.868,63 €	
Stellmotoren				Lastfälle: Betrieb / Standby		Elektrische Antriebe
	1			Summe Lastfälle je Stellm.	49,94 €	von Stellklappen
Summe Stellmotoren	3		1.488,27 €		149,81 €	
Volumenstromregler				Lastfälle: Betrieb / Standby		
	1			Summe Leist.aufn. je Vol.re.	34,42 €	
Summe Volumenstr.re.	106		21.654,97 €		3.648,73 €	
Brandschutzklappen				Lastfälle: Betrieb / Standby		Elektrische Antriebe
	1			Summe Leist.aufn. je Br.kl.	23,28 €	von Federrücklauf
Summe Brandsch.klappen	27		5.979,33 €		628,56 €	
Summe			50.684,55 €		86.811,27 €	
Gesamtsumme Preise und Energiekosten					137.495,82 €	
Bewertung						
Summe Preise		50.684,55 €		gewichtet 70%	35.479,19 €	
Summe Energiekosten		86.811,27 €		gewichtet 30 %	26.043,38 €	
Gewichtete Summe					61.522,57 €	

* Grundlage der Berechnung sind Betriebsstunden nach Tabelle 4 der DIN 18599 (Richtwerte der Nutzungsrandbedingungen)

Tab. 7-3 Auswertungsbeispiel im lebenszyklusorientierten Verfahren der RLT-Ausschreibung und Vergabe – UBA Projekt, Berlin [Quelle: IPS]

„Lebenszyklusorientierte Planungsprozesse, Ausschreibungen und Vergaben – Pilotierung in der Projektbegleitung öffentlicher Bauvorhaben“ - Forschungsinitiative ZukunftBAU – Stand 05-2015

8 Planen und Beschaffen – Rückblick auf die Projektbegleitungen und Ausblick

8.1 Bauteilwissen und Produktwissen – eine Wechselwirkung

Im Rückblick auf die vorangegangenen Ausführungen – mit den Darstellungen methodischer Grundlagen in Teil 1 und den Erfahrungen und Entwicklungen in den durchgeführten Projektbegleitungen in Teil 2 – erscheint es für das bessere Verständnis der komplexen Zusammenhänge sinnvoll, die in verschiedenen Sichtweisen vorgestellte Ausrichtung des Lebenszyklusansatzes noch einmal mit der ursprünglichen Frage des gesamten Forschungsvorhabens zu konfrontieren:

Welche methodischen Konsequenzen hat die Lebenszyklusorientierung in Bauvorhaben auf Ausschreibungs- und Vergabeprozesse?

Im Brennpunkt dieser Frage steht der technologische Sachverhalt, dass Bauwerke aus Produkten erzeugt werden – und dass die Entscheidung für Produkte im Vergabeprozess gekoppelt ist an die vorausgegangenen Entscheidungen, in denen Architekten und Ingenieure „Bauteile“ in Entwurfs- und Planungsprozessen festgelegt haben. Die Bauteilorientierung ist in methodischer Sicht das Mittelglied zwischen der konzeptionellen Arbeit der Architekten und planenden Ingenieure und den Ausführungsprozessen durch Produktlieferanten und ausführende Firmen. Entwurfsentscheidungen für „Bauteile“ sind also die unabdingbare Voraussetzung für deren Umsetzung in produktneutral festgelegte Leistungsverzeichnisse in Ausschreibungen und die daraufhin erfolgenden Beschaffungsentscheidungen in Vergabeprozessen.

Dieser Zusammenhang hat den Rang einer Selbstverständlichkeit. Es ist aber nicht selbstverständlich, die Verknüpfung von Bauteilentscheidungen durch Planer und die Produktauswahl durch Bieter mit der nachfolgenden Kette von Folgeprozessen als planerische Gesamtheit zu behandeln. Im herkömmlichen Baugeschehen endet das Interesse der Planung – wie auch die Fähigkeit der Planbarkeit – mit der Fertigstellung der Bauwerke. Aber hier ist ein Wandel erkennbar, denn solche Folgeprozesse und deren Spiegelung in Folgekosten sind ein Gegenstandsbereich, der in den zurückliegenden Jahrzehnten durch das Facility Management durchleuchtet wurde in der Bauwirtschaft und Immobilienwirtschaft zunehmend Beachtung findet. Der stärkste Impulsgeber dieser Umorientierung ist zweifellos die Ausrichtung des Bauens auf Nachhaltig-

„Lebenszyklusorientierte Planungsprozesse, Ausschreibungen und Vergaben – Pilotierung in der Projektbegleitung öffentlicher Bauvorhaben“ - Forschungsinitiative ZukunftBAU – Stand 05-2015

keitsanforderungen – durch die komplette Wertschöpfungsketten mit den eingebundenen Lebenszyklen von Objekten und Produkten zum Planungsinhalt in Bauprojekten werden.

D. h. aber, dass Beschaffungsprozesse in Bauprojekten – also Ausschreibungs- und Vergabeverfahren – von den vorausgehenden Entwurfs- und Planungsphasen ebenso wenig getrennt werden können wie von den nachfolgenden Prozessen des Betriebens, Bewirtschaftens, bis hin zu Erneuerungsmaßnahmen, Entsorgungs- und Recyclingprozessen. In den vorangegangenen Ausführungen wurde dargelegt, dass es hierfür prinzipiell zwei grundsätzlich verschiedene Vorgehensmodelle gibt, die es ermöglichen, Forderungen Nachhaltigen Bauens umzusetzen: (1) die Markterkundung durch Bauherren und Planer in Form von „Bauteile-Produkte-Szenarien“ und (2) die Einbeziehung des Produktwissens von Bietern im Rahmen von spezialisierten Vergabeverfahren:

BAUTEILE-PRODUKTE-SZENARIEN:

Die Bauteiloptimierung durch Orientierung an Lebenszykluskosten – also auf das Verhältnis von Investitionskosten und Folgekosten – mündet immer in LV-Positionen für die marktbezogene Auswahl von Produkten. Abhängig von den vorangegangenen Optimierungen innerhalb der Planungsphasen sind je nach Effizienzkriterien und Qualitätsanforderungen Produkte genauso variabel wie Bauteileigenschaften. Das bedeutet methodisch, die Analyse und gestalterische Festlegung von Variablen bei Bauteilen (Bauteil-Varianz) mit der dazu korrespondierenden, am Markt vorhandenen Produkte-Varianz abzugleichen.

Bereits in der Vorplanung und Entwurfsplanung, spätestens aber in der der Ausführungsplanung, kann die Festlegung von Bauteileigenschaften von Produktinformationen abhängig gemacht werden¹¹⁴. Dies kann systematisch durch Marktrecherchen und die Einbeziehung von Produktwissen geschehen, das durch Produkthersteller angeboten wird. Diese in der Planungspraxis geläufige Vorgehensweise ändert sich aber, wenn Folgeprozesse mit Folgekosten im Detail „bauteilscharf“ untersucht werden müssen. Dann geht es um die detaillierte Darstellung und Bewertung möglicher Bauteilfestlegungen, die quantifizierbaren und ggf. berechenbaren Produktemerkmalen gegen-

¹¹⁴ Vgl. ZukunftBAU Balck (ev. 2015).

übergestellt werden. Dazu wurde im Forschungsprojekt die Methode der Bauteile-Produkte-Szenarien entwickelt.

BETEILIGUNG VON BIETERN AN DER BAUTEILOPTIMIERUNG

Wenn allerdings Bieter über bauteilbezogenes Wissen verfügen, das bei planenden Architekten und Ingenieuren nicht oder nur unzureichend vorhanden ist – aber auch nicht durch Markterkundung im Detail zugänglich ist –, kann die Auswahl von Produkten unter der Beachtung von Folgekosten auch Bietern überlassen werden. Das ist besonders dann der Fall, wenn Bieter komplette Subsysteme anbieten. Im UBA-Projekt wurde beispielhaft auf diese Weise eine Lüftungsanlage ausgeschrieben und an einen Bieter vergeben, der eine Konfiguration aus Ventilatoren, Volumenstromreglern und anderen Bauteilen zusammenstellte, die nach einem vorgegebenen Rechenmodell durch den Bieter optimierte Energieverbräuche hatte.

Die durchgeführten Projektbegleitungen haben aber auch gezeigt, dass einer solcher Fall selten ist und zudem eine erhöhte „Prozesslast“ im gesamten Ausschreibungs- und Vergabeverfahren mit sich führt.

Insgesamt kann festgestellt werden, dass durch den Lebenszyklusansatz Ausschreibungen differenzierter und umfangreicher werden, Vergabeprozesse mehr Zeit und einen erhöhten Koordinationsaufwand erfordern. Außerdem sind solche Beschaffungswege im Marktgeschehen wenig bekannt, so dass Unsicherheiten bei Bietern zu berücksichtigen sind.

Beide Wege haben sich in den Projektbegleitungen als gangbar und – nach Einschätzung der Beteiligten des Forschungsprojektes – auch als zukunftsfähig erwiesen. Nach den bisherigen Erfahrungen ist aber zu empfehlen, die Methode der Bauteil-Produkte-Szenarien als Standardverfahren anzuwenden. Die Beteiligung von Bietern am lebenszyklusorientierten Optimierungsprozess ist nur dann sinnvoll, wenn auf der Bieterseite tatsächlich das größere Technologie- und Produktwissen besteht und wenn im Projektgeschehen dafür entsprechende Gestaltungsspielräume organisatorisch gegeben sind.

8.2 Vorteile und Nachteile der Bauteile- und Produkte-Optimierung im Projektablauf

Durch die Analyse der bauwirtschaftlichen Wertschöpfungsketten wurde gezeigt, dass die Produktauswahl für alle Folgeprozesse des Nutzens und Betriebens den Erfolg

bzw. Misserfolg des Bauens determiniert – mit Zeithorizonten in Jahrzehnten, entlang der Nutzungsdauern und Erneuerungszyklen der verwendeten Produkte. Da die Produktauswahl festlegt, welche Beschaffenheit Bauteile und die damit verwirklichten Konstruktionen und technischen Anlagen haben, sind Beschaffungsentscheidungen auch verantwortlich für die realisierte Effizienz, Nützlichkeit und Wirtschaftlichkeit von Baukonstruktionen und Anlagen.

LZ-Optimierung von Bauteilen und Produkten in den HOAI Phasen 2 - 5

Eine an Kriterien der Nachhaltigkeit orientierte Bauteiloptimierung ist allerdings bis heute weit entfernt von einer gängigen Praxis, wenn überhaupt nur ein Ausnahmefall. Nach den bisherigen Erfahrungen in den begleiteten Bauvorhaben im Rahmen dieses Forschungsvorhabens bestätigen aber die beteiligten Architekten und Haustechnikplaner, dass sich innerhalb der Entwurfsplanung und Ausführungsplanung der Lebenszyklusansatz am besten umsetzen lässt. Der Grund liegt in der damit verbundenen Entlastung des Vergabeverfahrens (siehe unten) und in der Möglichkeit, soweit dies innerhalb der verfügbaren Planungszeit möglich ist, mit ausreichender Eindringtiefe Bauteilalternativen und Produktalternativen planerisch zu untersuchen und damit Best-Lösungen anzustreben.

LZ-Optimierung von Bauteilen und Produkten in den HOAI Phasen 6 - 7

Die Ausweitung von Optimierungsschritten über die Entwurfsplanung und Ausführungsplanung hinaus durch die Einbeziehung des Know-hows über optimale Produkte bei ausführenden Firmen und Herstellern bedingt eine Ausweitung der Vergabeverfahren. Damit wird das Wissen über „Produkte-Varianz“ in Abhängigkeit von ausgewählten Strategischen Bauteilen zu Ausschreibungsinhalten und damit verbunden zu teilweise komplizierten Entscheidungsprozessen in der Prüfung von Angeboten und der Ermittlung von „Best-Lösung“ im Sinne einer wirtschaftlich und qualitativ begründeten Vergabeempfehlung.

In der Pilotierung in den begleiteten Bauvorhaben wurden beide Wege verfolgt. Dabei wurden aber auch verschiedene Vorteile und Nachteile erkennbar:

Vorteile der LZ-Optimierung im Planungsprozess (HOAI 1-5)

- Entsprechende Planungskompetenz vorausgesetzt, ist die kontinuierliche Bauteiloptimierung entlang der Entwurfsphasen bis zur Ausführungsplanung ein Ansatz,

der sowohl fachlich-planerische Kontinuität ermöglicht, als auch mit geringstmöglichen Risiken im Vergabeverfahren gute Endergebnisse ermöglicht.

- In dem Maße, wie durch Planer marktorientiert Produktinformationen in die verschiedensten Planungsphasen in allen Stufen einbezogen werden, sind Leistungsverzeichnisse auch marktnah. Somit ist die Wahrscheinlichkeit groß, dass auch Produktvorteile, insbesondere bei innovativen Produkten, in die Ausschreibungen einbezogen werden.

Nachteile der LZ-Optimierung im Planungsprozess (HOAI 1-5)

- Der planerische Aufwand einer konsequent auf Produktinformationen des Marktes ausgerichtete Optimierungsprozess ist aufwändig und bedingt für Bauherren entsprechend höhere Honorare oder im umgekehrten Fall, wenn keine zusätzlichen Honorare bezahlt werden, Einbußen in der Wirtschaftlichkeit von Planungsprozessen bei Architekten / beratenden Ingenieuren.
- Planerische Überlegungen im Hinblick auf das Verhältnis von Investitionskosten zu Folgekosten führen notwendig eine Unschärfe mit sich im Hinblick auf die rechnerisch angenommenen Preise. Erst am Ende eines Ausschreibungsprozesses / Vergabeverfahrens liegen Preise eindeutig fest.

Vorteile der LZ-Optimierung im Vergabeverfahren (HOAI 6-7)

- Eindeutige Ermittlung von Investitionskosten durch Preise als Ergebnis von Vergabeverfahren.
- Einbeziehung von Folgekosten für Wartungsverträge, Lieferung von differenziert aufgelisteten Ersatzteilen, Vereinbarungen über verlängerte Gewährleistung und Garantien u. dgl. durch Preise, wenn Bauleistungen und Serviceleistungen im Verbund ausgeschrieben und vergeben werden.

Nachteile der LZ-Optimierung im Vergabeverfahren (HOAI 6-7)

- Eine teilweise erhebliche Belastung des Vergabeverfahrens in zeitlicher Hinsicht. Dieser Punkt kann besonders im öffentlichen Bereich durch die strikte Einhaltung von Verfahrenswegen und Vergaberegularien ein Grund sein, auf diesen Weg zu verzichten.
- Bieter sind oft nicht in der Lage LZK-Gesichtspunkte im LV fachlich bearbeiten zu können.

- Bieter haben durch erhöhte Bearbeitungsanforderungen an die Angebotserstellung einen teilweise zeitlich größeren Aufwand.
- Ausführende Firmen riskieren, dass einbezogene Bieter keine Angebote abgeben bzw. abgegebene Angebote formale bzw. inhaltliche Fehler haben.
- Die Vergabeverfahren für LZ-Ausschreibungs-Vergabeprozesse sind vergaberechtlich nicht ausgereift.

8.3 Hemmnisse in Planung und Bauwirtschaft – auch in naher Zukunft

Aktuelle Probleme der Lebenszyklusorientierung in Planungsprozessen und Vergabeverfahren

- Den 2 Wertschöpfungsstufen „Herstellung von Produkten“ und „Einbindung von Produkten in Bauleistungen“ entsprechen 2 Stufen im Wettbewerb. Eine Auftrennung dieser Wettbewerbsstufen wird aber durch die Forderung der Produktneutralität erschwert.
- Das Wettbewerbsprimat erschwert die Auswahl von Produkten durch die Forderung der „Produktneutralität“.
- Der Lebenszyklusansatz in Beschaffungsprozessen ist in den Märkten noch nicht etabliert.
- Chancen werden durch Bauherren / Investoren selten genutzt. Es gilt immer noch das Primat der Investitionskosten. Folgekosten werden aus Gewohnheit zu wenig beachtet.
- Hemmnisse durch eingespielte veraltete Kompetenzen der Projektbeteiligten (Beharrungsvermögen bei Planern und ausführenden Firmen).
- Bauherren formulieren nur selten Ziele und Bauaufgaben in Lebenszyklusperspektiven.
- Produktanbieter müssen sich neu ausrichten und entsprechen mit ihren Produktinformationen oft nicht den neuen Marktanforderungen.

Fehlende Einbindung von Betreiber Know-how in das Investitionsgeschehen¹¹⁵:

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

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 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.

8.4 Ausblick – Neue Marktmuster im Lebenszyklusansatz

Bauteilevarianz und Produktevarianz

Die im Planungsprozess maximal erzielbare Genauigkeit für das Verhältnis von Investitionskosten (durch Preise) und zugeordneten Folgekosten (Bauteil-Prognosen auf der Grundlage von preisfixierten Bauteilen) ist keineswegs die im Marktgeschehen mögliche „Höchstgenauigkeit“. Der Grund liegt im Unterschied zwischen planungsbedingter BAUTEILVARIANZ und marktbezogener PRODUKTEVARIANZ. Das gilt sowohl für die Ermittlung der Preise für Bauleistungen und darin eingebundene Produkte als auch für die daran geknüpften Folgekosten. Bieter sind prinzipiell gefordert, ihre Möglichkeiten der Marktvarianz in ihren Angeboten zum Ausdruck zu bringen und durch günstigen Einkauf von Zulieferern bzw. Alternativvorschlägen in Nebenangeboten zu ihrem Vorteil im Wettbewerb darzustellen. Idealerweise erhält derjenige Bieter den Zuschlag, der

¹¹⁵ Vgl. B. Hanke (2014).

diese Marktvarianz bestmöglich durch Preisgestaltung mit einem attraktiven Qualitätsangebot verbinden kann.

Das Wissen von Bietern um bauteilbezogen mögliche Produktevarianz wird nicht nutzbar gemacht, weil Auslober – entgegen der juristischen Grundforderung nach Produktneutralität – ein konkretes Produkt benennen und lediglich durch diese Formel eine Art Varianz-Option formulieren. Bieter sind dann üblicherweise nur selten bereit – aus Sicherheitsinteresse, das richtige Produkt nicht zu verfehlen – eine alternative Produktlösung anzubieten. Außerdem ist diese Aufforderung einem Leitfabrikat zu entsprechen für Bieter auch zeitökonomisch. Das Zeitproblem ist unter wachsendem Wettbewerbsdruck oft sogar der Hauptgrund, keine alternativen Produkte zu benennen!

Alternative Produkte, die Bietern bekannt sein können, und die im Hinblick auf Folgekosten möglicherweise nennenswerte Vorteile hätten, werden in der öffentlichen Vergabepaxis auch deswegen nicht beachtet, weil Vergaberegularien der Öffentlichen Hand dies untersagen¹¹⁶.

Das Streben nach höchstmöglicher Genauigkeit ermittelter Lebenszykluskosten ist nur durch die Ausweitung des Ausschreibungs- und Vergabeverfahrens möglich. Die damit aber in der derzeitigen Vergabepaxis einhergehenden oft erheblichen Risiken sowohl in vergaberechtlicher als auch in zeitökonomischer Hinsicht für Planungs- und Bauabläufe, verlangen aber von Bauherren und Planern, dass je nach einbezogener Marktvarianz unter Nachhaltigkeitsgesichtspunkten für interessante Produktalternativen eine prinzipielle Entscheidung in methodischer Hinsicht getroffen werden muss.

Koppelung der Ausschreibung von Bauleistungen und Serviceleistungen

Die Ausweitung von Ausschreibungsinhalten und entsprechenden Vergaben durch Anforderungen für den Betrieb ist streng genommen eine Kombination aus Bauleistungs-LVs und Service-LVs. Das hat sowohl fachliche als auch juristische Konsequenzen (vgl. Kap. 9). Folgende Fälle sind möglich:

¹¹⁶ Sowohl in den Vergaberichtlinien des Bundes als auch in kommunalen Vergaberichtlinien werden „Alternativpositionen“ nicht zugelassen. – Vgl. VHB-Bund-Ausgabe 2008 4.6 Bedarfs- und Wahlpositionen: „Bedarfs- und Wahlposition dürfen weder in das Leistungsverzeichnis noch in die übrigen Vergabeunterlagen aufgenommen werden“.

In Bauleistungs-LVs werden Produkte mit Anforderungen versehen, die aus Folgeprozessen wie z. B. Ersatzteilbeschaffung / Bedienprozessen / Wartungsprozessen abgeleitet werden.

Wenn Serviceleistungen wie z. B. Wartungsleistungen ohne ein eigenes Leistungsverzeichnis, also lediglich als Ergänzung zu Produktangaben innerhalb von Bauleistungen, abgefragt werden, ist eine separate Ausschreibung von Services nicht erforderlich. In solchen Fällen besteht die Möglichkeit, im Anschluss an die Vergabe von Bauleistungen die zuvor festgelegten Wartungsleistungen ohne separates LV und ohne separate vergaberechtliche Vorbemerkungen – sozusagen im „Beipack“ – zu beauftragen. Es ist zu prüfen, ob hier lediglich im Rahmen des Bauauftrages für Bauleistungen eine kurze Ergänzung für die zu erbringenden Wartungsleistungen im gleichen Vertrag ausreicht. Bauherren können ggf. nach der Angebotsbewertung zunächst nur die reinen Bauleistungen beauftragen – dann haben sie den Vorteil Bauprodukte einzukaufen, die auch einen Nachhaltigkeitsvorteil aufweisen. Anschließend könnten alle abgefragten Wartungsleistungen und andere Services in einer separaten Ausschreibung mit eigenem Leistungsverzeichnissen erfolgen. Dann bestünde die Möglichkeit z. B. Service-Generalunternehmer oder auch ganz andere Wartungsfirmen (andere als die Bieter der Bauleistungen), die zuvor definierten Wartungsleistungen erbringen zu lassen.

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: Vergabe von Bauleistungen und Vergabe von Serviceleistungen, die mit eingebauten Komponenten von Bauleistungen verbunden sind.

Die Koppelung von Bauleistungen und Serviceleistungen hat eine weitere Ausweitung zur Folge: die Prüfung des Unternehmenspotenzials der Produkthersteller. Dazu gehören vor allem serviceorientierte Eigenschaften und Kompetenzen der Herstellerunternehmen bzw. der damit verbundenen Dienstleistungsunternehmen¹¹⁷.

¹¹⁷ Vgl. Stellenwert des Unternehmenspotenzials in Kommunikationsprozessen zwischen Bauherren / Planern und Produktherstellern – in ZukunftBAU Balck (ev. 2015).

Teil 3

Juristische Grundlagen und Gesichtspunkte für Ausschreibungen und Vergaben im LZ-Ansatz

Juristischer Forschungspartner:

HFK Rechtsanwälte LLP

Autoren der juristischen Ausarbeitungen:

Prof. Horst Franke / Johanna Walliczek

Abkürzungsverzeichnis

AEUV	Vertrag über die Arbeitsweise der Europäischen Union
AVG	Ausschreibungs- und Vergabegesetz
AVV-EnEff	Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Beschaffung energieeffizienter Produkte und Dienstleistungen
BGB	Bürgerliches Gesetzbuch
BHO	Bundeshaushaltsordnung
BReg	Bundesregierung
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BME	Bundesverband Materialwirtschaft, Einkauf und Logistik
BMI	Bundesministerium des Innern
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
BMVBS	Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung
BMVG	Bundesministerium der Verteidigung
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie
BNB	Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen
DGNB	Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen
EG	Europäische Gemeinschaft
EnVKG	Energieverbrauchskennzeichnungsgesetz
EnVKV	Energieverbrauchskennzeichnungsverordnung
EPD	Umweltproduktdeklaration
EU	Europäische Union
EU-BauPVO	Bauprodukteverordnung
EuGH	Europäischer Gerichtshof
GWB	Gesetz gegen Wettbewerbsbeschränkungen
HOAI	Honorarordnung für Architekten und Ingenieure
KNB	Kompetenzstelle für nachhaltige Beschaffung

„Lebenszyklusorientierte Planungsprozesse, Ausschreibungen und Vergaben – Pilotierung in der Projektbegleitung öffentlicher Bauvorhaben“ - Forschungsinitiative ZukunftBAU – Stand 05-2015

KOINNO	Kompetenzzentrum für innovative öffentliche Beschaffung
KrWG	Kreislaufwirtschaftsgesetz
LHO	Landeshaushaltsordnung
LTMG	Landestariftreue- und Mindestlohngesetz
LVG	Landesvergabegesetz
LZK	Lebenszykluskosten
TVergG	Tariftreue- und Vergabegesetz
ÖAUmwR	Umweltrichtlinien Öffentliches Auftragswesen
OLG	Oberlandesgericht
PPP	Public Private Partnership
RL	Richtlinie
RVO	Rechtsverordnung
SektVO	Sektorenverordnung
SLA	Service-Level-Agreement
TTG	Tariftreuegesetz
TtVG	Tariftreue- und Vergabegesetz
UBA	Umweltbundesamt
VergabeG	Vergabegesetz
VgG	Vergabegesetz
VgV	Vergabeverordnung
VHB	Vergabe- und Vertragshandbuch für die Baumaßnahmen des Bundes
VK	Vergabekammer
VKR	Vergabekoordinierungsrichtlinie
VOB	Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen
VOL	Vergabe- und Vertragsordnung für Leistungen
VSVgV	Vergabeverordnung für die Bereiche Verteidigung und Sicherheit
VV	Verwaltungsvorschrift

„Lebenszyklusorientierte Planungsprozesse, Ausschreibungen und Vergaben – Pilotierung in der Projektbegleitung öffentlicher Bauvorhaben“ - Forschungsinitiative ZukunftBAU – Stand 05-2015

9 Vergaberechtliche Grundlagen für lebenszyklusorientierte Bauvorhaben

9.1 Einleitung

Die Berücksichtigung von Nachhaltigkeitsaspekten im öffentlichen Auftragswesen wird politisch vorangetrieben, der ökologische Kontext gewinnt mehr und mehr an Bedeutung. Die jüngst verkündete Entscheidung der Bundesregierung für eine Fuhrparkumrüstung auf Hybrid- und Elektrofahrzeuge ist ein Beispiel. Zugleich erfordern die knappen Kassen der öffentlichen Hand betriebswirtschaftliches Denken. Dies muss kein Gegensatz sein. Auch der haushaltsrechtliche Grundsatz der Wirtschaftlichkeit und Sparsamkeit (§ 7 der Bundeshaushaltsordnung - BHO¹¹⁸) gebietet die Berücksichtigung der Langzeitkosten von Projekten neben den anfänglichen Investitionskosten, da ein Großteil der Kosten oft erst während der Nutzungsphase des jeweiligen Produktes auftritt¹¹⁹.

Der Begriff der Nachhaltigkeit kann aufgrund der vielfältigen Verwendung kaum allgemeingültig definiert werden. Bei öffentlichen Bauaufträgen und deren Vergabe hat der öffentliche Auftraggeber zu allererst einzugrenzen und zu bestimmen, was bei dem konkreten Projekt unter Nachhaltigkeit verstanden wird und welche Anforderungen gestellt werden. Dann ist zu klären, wer bei der Projektverwirklichung welche Leistungen oder Erfolge schuldet. Die Lebenszyklusverantwortung kann auf den Auftragnehmer übertragen werden, was insbesondere PPP-Projekte (Public Private Partnership) kennzeichnet. Auch bei der Verwirklichung eines Bauwerks als Gesamtsystem, bei der eine Zertifizierung beispielsweise mit dem DGNB-Gütesiegel¹²⁰ angestrebt wird, kann der Auftraggeber die Lebenszyklusverantwortung auf den Auftragnehmer als Generalüber- oder -unternehmer übertragen. Sie kann aber auch vom Auftraggeber beibehal-

¹¹⁸ V. 19.08.1969, BGBl. I S. 1284, zuletzt geändert durch Art. 2 G zur Änd. des Finanzausgleichsgesetz und der Bundeshaushaltsordnung vom 15.07.2013, BGBl. I S. 2395; vgl. auch die entsprechenden landesrechtlichen Regelungen.

¹¹⁹ Der Wirtschaftlichkeitsgrundsatz beinhaltet die Maßgabe, „die günstigste Relation zwischen dem verfolgten Zweck und den einzusetzenden Mitteln (Ressourcen) anzustreben“, s. VV BHO zu § 7 Nr. 1.

¹²⁰ Die Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen e.V. hat gemeinsam mit dem Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) ein Zertifizierungssystem entwickelt, das die Qualität von Gebäuden sogar über den Gebäudelebenszyklus hinaus beurteilt.

ten werden, was ihm insbesondere bei der Vergabe nach einzelnen Gewerken viele Einwirkungsmöglichkeiten überlässt. Die Beurteilung der Nachhaltigkeit muss dabei auf die Bauteilebene übertragen werden.

Im Rahmen der Lebenszykluskostenbetrachtung wird eine Optimierung sämtlicher Einflussfaktoren über den gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes angestrebt, also von der Rohstoffgewinnung bis zum Rückbau. Um die Gesamtkosten eines Bauwerks über seinen gesamten Lebenszyklus zu minimieren, muss die Tendenz, die man, wenngleich unscharf, als Nachhaltigkeitsgedanken bezeichnen kann, auf allen Ebenen verwirklicht werden. Vergaberechtlich relevant wird dies bei Bauprojekten öffentlicher Auftraggeber bei der Planung des Bauwerks, der Ausschreibung und Vergabe der Leistungen, der Bauausführung und der Nutzung. Bei der Vorbereitung der Ausschreibung wird durch die energieeffizienzorientierte Benennung der Strategischen Bauteile und der an sie zu stellenden Anforderungen der Grundstein des entstehenden Bauwerks gelegt. Dabei werden aber in der Planungsphase die Nutzung von Know-how und die Kooperation mit spezialisierten Unternehmen durch die Projektantenproblematik¹²¹ erschwert, da potenzielle Bieterunternehmen sich nicht die Chance auf eine Teilnahme am Verfahren verbauen wollen. Bei der Ausschreibung und Vergabe beeinträchtigen dann folgende Faktoren die Umsetzung von Lebenszyklusaspekten: Teils besteht Unklarheit darüber, wie die Vorgaben im Einzelnen umzusetzen sind. Insbesondere die seit 2011 in der Vergabeverordnung (VgV)¹²² enthaltenen Vorgaben bezüglich der Einbeziehung von Energieeffizienzkriterien lassen offen, wie öffentliche Auftraggeber im Einzelnen vorgehen sollen. Teils gibt es auch Hemmnisse für die Vergabestellen durch entgegenstehende Vorschriften auf den unteren normenhierarchischen Ebenen. So deckt sich beispielsweise das Vergabe- und Vertragshandbuch für die Baumaßnahmen des Bundes (VHB)¹²³, welches ein striktes Verbot von strategisch wichtigen, vergaberechtlich aber problematischen Bedarfs- und Wahlpositionen ausspricht, in diesem Punkt nicht mit den Vergabeordnungen. Ein weiterer großer Hinderungsfaktor sind

¹²¹ § 6 EG Abs. 7 VOB/A, § 7 EG Abs. 7 VOL/A bestimmen: Hat ein Bieter oder Bewerber vor Einleitung des Vergabeverfahrens den Auftraggeber beraten oder sonst unterstützt, so hat der Auftraggeber sicherzustellen, dass der Wettbewerb durch die Teilnahme des Bieters oder Bewerbers nicht verfälscht wird.

¹²² I.d.F. der Bekanntmachung v. 11.02.2003, BGBl. I S. 169, zuletzt geändert durch Art. 1 Siebte ÄndVO vom 15.10.2013, BGBl. I S. 3584.

¹²³ Vergabe- und Vertragshandbuch für die Baumaßnahmen des Bundes, ausgenommen Maßnahmen der Straßen und Wasserbauverwaltungen.

auch die oft nicht genügenden personellen und fachlichen Kapazitäten der Vergabestellen. Die Bieterunternehmen sind technisch versiert und kennen das Marktgeschehen bezüglich innovativer Produkte. Die Vergabestellen wiederum müssen für ein optimales Vergabeergebnis technisch auf Augenhöhe mit den Bietern sein. Mit der Komplexität des Beschaffungsgegenstandes wächst der hier erforderliche Mehraufwand. Diese Hindernisse gilt es, aus dem Weg zu räumen, um die bereits bestehenden vielfältigen Möglichkeiten zur Implementierung von Nachhaltigkeitsaspekten in Ausschreibung und Vergabe voll ausschöpfen zu können.

Die Einbeziehung von Nachhaltigkeitskriterien kann dabei zunächst einen höheren Angebotspreis zur Folge haben und auch den europäischen Wettbewerb möglicherweise einschränken, da die Zahl der die Anforderungen erfüllenden Bieter kleiner ist. Neben dem Angebotspreis und anderen, technischen Gesichtspunkten hat der Auftraggeber bei der Angebotswertung vermehrt die Langzeitwirtschaftlichkeit gebührend zu berücksichtigen, ohne den Wettbewerb unzulässig einzuengen – ein Balanceakt. Die von den Vergabestellen durchzuführende Lebenszykluskostenuntersuchung kann dabei auch zu dem Ergebnis kommen, dass sich aufgrund eines möglicherweise kurzen Lebenszyklus‘ eines Bauwerks der Einsatz aufwendiger und teurer Produkte nicht lohnt und ökologisch kontraproduktiv ist.

Die Untersuchung befasst sich soweit nicht anders gekennzeichnet mit Beschaffungsvorhaben oberhalb der Schwellenwerte¹²⁴ des § 2 der Vergabeverordnung (VgV)¹²⁵, der gem. § 100 Abs. 1 Nr. 1 des Gesetzes gegen Wettbewerbsbeschränkungen (GWB) den Anwendungsbereich des Gesetzes für klassische Auftragsvergaben festlegt. Für Sektorenauftraggeber und Auftraggeber des Verteidigungs- und Sicherheitsbereiches ergeben sich die entsprechenden Schwellenwerte aufgrund der dynamischen Verweise in § 1 Abs. 2 Sektorenverordnung (SektVO)¹²⁶ bzw. § 1 Abs. 2 der Vergabeverordnung

¹²⁴ Ob die Leistung national oder europaweit auszuschreiben ist, entscheidet sich anhand einer seriösen Schätzung des Bruttoauftragswertes durch den öffentlichen Auftraggeber. Die Schwellenwerte nehmen eine Zweiteilung des Vergaberechts vor (§ 100 Abs. 1 GWB, §§ 2, 3 VgV). Sobald der geschätzte Auftragswert ohne Umsatzsteuer den Schwellenwert erreicht oder übersteigt, besteht eine europaweite Ausschreibungspflicht (Unterschwellenbereich, Oberschwellenbereich).

¹²⁵ I.d.F. v. 11.02.2003, BGBl. I S. 169, zuletzt geändert durch Art. 1 Siebte ÄndVO vom 15.10.2013, BGBl. I S. 3584.

¹²⁶ I.d.F. v. 23.09.2009, BGBl. I S. 3110, zuletzt geändert durch Art. 7 Gesetz zur Neuregelung des gesetzlichen Messwesens v.25.07.2013, BGBl. I S. 2722.

Verteidigung und Sicherheit (VSVgV)¹²⁷ direkt aus den entsprechenden Richtlinienvorschriften¹²⁸. Für Beschaffungsvorhaben im Unterschwellenbereich gilt aufgrund der Zweiteilung des in Deutschland geltenden Vergaberechts nicht das durch die EU-Vorgaben charakterisierte (sekundärrechtliche) Vergaberecht. Das europäische Primärrecht gilt jedoch auch hier, so dass die EU-Grundfreiheiten und insbesondere das Diskriminierungsverbot beachten sind¹²⁹. Dies setzt das Vorliegen von Binnenmarktrelevanz, also das potenzielle Interesse von Unternehmen aus anderen Mitgliedstaaten an dem Auftrag, voraus. Grundsätzlich ist jedoch festzuhalten, dass Auftraggeber, die Aufträge im Unterschwellenbereich ausschreiben wollen, die im Oberschwellenbereich existierenden Möglichkeiten zur Implementierung von Lebenszyklusaspekten auch anwenden können, sodass die Ausführungen entsprechend übertragbar sind. Die Frage, die sich Auftraggeber stellen müssen, ist nämlich inzwischen weniger „Was darf ich?“, als vielmehr „Was muss ich?“. Dass Nachhaltigkeitsaspekte berücksichtigt werden dürfen, ist schon lange anerkannt. Die Tendenz der letzten Jahre ist ja vielmehr die Verpflichtung der Auftraggeber zur Berücksichtigung solcher Kriterien. Für Beschaffungen des Bundes gilt beispielsweise auch unterhalb der Schwellenwerte die allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Beschaffung energieeffizienter Produkte und Dienstleistungen (AVV-EnEff)¹³⁰. Nach wie vor kommt es mit dem sich ändernden Recht aber entscheidend auf die Art und Weise der Umsetzung an, also auf die Frage „Wie lassen sich Lebenszykluskriterien zulässigerweise abfragen und fordern?“. Diese Frage wird anhand der einzelnen in Betracht kommenden Aspekte für den Oberschwellenbereich eingehend untersucht und einer Antwort zugeführt.

Auch die in den letzten Jahren neu erlassenen Landesvergabeengesetze sind für Auftragsvergaben unterhalb der Schwellenwerte – neben den jeweiligen Abschnitten der Vergabeordnungen – bindend. Viele Landesgesetzgeber haben den öffentlichen Auf-

¹²⁷ I.d.F. v. 12.07.2012, BGBl. I S. 1509, zuletzt geändert durch Art. 8 Gesetz zur Neuregelung des gesetzlichen Messwesens v. 25.07.2013, BGBl. I S. 2722.

¹²⁸ Art. 16 der RL 2004/17/EG, ABl. Nr. L 134 S. 1, ber. ABl. Nr. L 358 S. 35, ABl. 2005 Nr. L 305 S. 46, zuletzt geändert durch Art. 1 ÄndRL 2013/16/EU vom 13. 5. 2013, ABl. Nr. L 158 S. 184 und Art. 8 der RL 2009/81/EG, ABl. Nr. L 216 S. 76, zuletzt geändert durch Art. 1 ÄndRL 2013/16/EU vom 13. 5. 2013, ABl. Nr. L 158 S. 184.

¹²⁹ Frenz, in: Willenbruch/Wiedekind, Vergaberecht, § 97 GWB Rn. 161.

¹³⁰ BAnz S. 198 mit Änderungen vom 18.01.2012 (BAnz S. 286) und vom 16.01.2013 (BAnz AT 24.1.2013 B1).

traggebern im Zuge der Gesetzgebung Vorgaben in Bezug auf Umwelt- und Nachhaltigkeitsaspekte gemacht, die hier im Detail vorgestellt werden.

Lebenszyklus- und energetische Kriterien können bei Liefer-, Dienstleistungs- und Bauaufträgen bereits aufgrund der bestehenden Rechtslage in vielfältiger Weise in die Ausschreibung integriert werden. Sie können vor allem bei der Definition des Auftragsgegenstandes Berücksichtigung finden, bei der der öffentliche Auftraggeber noch weitgehend frei und vom Vergaberecht „unbescholten“ ist. Aber auch im Vergabeverfahren können entsprechende Aspekte berücksichtigt werden, indem sie z. B. als technische Anforderung in die Leistungsbeschreibung aufgenommen werden, als Eignungs- oder Zuschlagskriterium formuliert werden, oder als zusätzliche Bedingung für die Auftragsausführung. Zunächst wird in dieser Untersuchung die für lebenszyklusorientierte Vergaben relevante Rechtsentwicklung behandelt sowie der Ist-Zustand der maßgeblichen Rechtsgrundlagen deskriptiv erläutert (Kap. 9.2). Im Anschluss werden im Einzelnen die Möglichkeiten der Umsetzung dieser Vorgaben zur Berücksichtigung von Lebenszykluskriterien dargestellt (Kap. 9.3). Abschließend folgt ein kurzer Überblick über die Berücksichtigung von Lebenszykluskriterien im neuen EU-Vergaberecht (Kap. 9.4).

9.2 Einführung in die Rechtsgrundlagen der Lebenszyklusorientierten Vergabe unter Berücksichtigung der Rechtsentwicklung

9.2.1 Impulse und Maßnahmen

Bevor die rechtlichen Vorgaben, die die Berücksichtigung von Lebenszykluskriterien ermöglichen und regeln, im Einzelnen behandelt werden, sollen hier zunächst die grundlegenden Entwicklungen seit Ende 2007 kurz erläutert werden. Insbesondere im Rahmen des im Jahr 2010 beschlossenen Wirtschaftsprogrammes „Europa 2020“ wurden viele Initiativen für ein „intelligentes, nachhaltiges und integratives Wachstum“¹³¹ ins Leben gerufen.

¹³¹ Mitteilung der Kommission „Europa 2020 Eine Strategie für intelligentes, nachhaltiges und integratives Wachstum“ v. 03.03.2010, KOM(2010) 2020 endg.

9.2.1.1 Energieeffizienz: Die neue europäische Energieeffizienzrichtlinie 2012/27/EU¹³²

Zur Verbesserung der Versorgungssicherheit und Verringerung des Primärenergieverbrauchs haben das europäische Parlament und der Rat der Europäischen Union eine neue Energieeffizienzrichtlinie erlassen, die seit Ende 2012 in Kraft ist. Unter anderem sollen von 2014 bis 2020 jährlich 1,5 % des durchschnittlichen jährlichen Endenergieabsatzes eingespart werden. Die neue Energieeffizienzrichtlinie regelt zwar nicht unmittelbar die Beschaffung, verpflichtet aber die Mitgliedstaaten zu einer entsprechenden Umsetzung, die ggf. aber mit den EU-Vergaberichtlinien im Einklang stehen muss. Die Mitgliedstaaten sollen gem. Art. 6 Abs. 1 dieser Richtlinie sicherstellen, dass die Regierungen nur Produkte mit hoher Energieeffizienz beschaffen, soweit dies mit den Aspekten Kostenwirksamkeit, wirtschaftliche Tragfähigkeit, Nachhaltigkeit im weiteren Sinne und technische Eignung sowie ausreichender Wettbewerb zu vereinbaren ist. Durch den Vorbildcharakter und weitere Maßnahmen sollen auch Behörden auf Landes- und Kommunalebene hierzu angehalten werden (Abs. 3).

9.2.1.2 Innovationen

Zwei Prioritäten der Strategie „Europa 2020“ sind Folgende: (a) Intelligentes Wachstum – Entwicklung einer auf Wissen und Innovation gestützten Wirtschaft und (b) Nachhaltiges Wachstum – Förderung einer ressourcenschonenden, ökologischeren und wettbewerbsfähigeren Wirtschaft¹³³. Zur Überwindung der Krise, so ergibt sich daraus, will auch die EU ihre Investitionen in Forschung und Entwicklung sowie Innovationen ausweiten. Auch die Bundesregierung setzt nach wie vor Impulse zur Innovationsorientierung des Beschaffungswesens. Bereits im Oktober 2007 einigten sich sechs Bundesministerien auf Staatssekretärebene (Bundesministerium des Innern - BMI, Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie - BMWi, Bundesministerium der Verteidigung - BMVG, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit - BMU, Bundesministerium für Bildung und Forschung - BMBF, Bundesministerium für

¹³² Richtlinie 2012/27/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25.10.2012 zur Energieeffizienz, zur Änderung der Richtlinien 2009/125/EG und 2010/30/EU und zur Aufhebung der Richtlinien 2004/8/EG und 2006/32/EG, ABl. Nr. L 315 S. 1, ber. 2013 S. 24, Zuletzt geändert durch Art. 1 ÄndRL 2013/12/EU vom 13.05. 2013 (ABl. Nr. L 141 S. 28).

¹³³ Mitteilung der Kommission „Europa 2020 Eine Strategie für intelligentes, nachhaltiges und integratives Wachstum“ v. 03.03.2010, KOM(2010) 2020 endg.

Verkehr, Bau und Stadtentwicklung - BMVBS) auf den „Beschluss zur verstärkten Innovationsorientierung öffentlicher Beschaffung“¹³⁴, welcher für Beschaffungsvorhaben der beteiligten Ministerien die Vorgabe markierte, bei der Angebotswertung Lebenszykluskosten zu berücksichtigen. Die funktionale Leistungsbeschreibung, Nebenangebote und die Verfahrensart des wettbewerblichen Dialogs sollten verstärkt zum Erreichen innovativer Lösungen eingesetzt werden.

Die jeweiligen Bundesministerien wiesen die ihnen nachgeordneten Bundesbehörden sodann per Erlass zur Beachtung des o.g. Beschlusses an. Ein Umsetzungsbericht zur Innovationsorientierung öffentlicher Beschaffung aus 2009 stellt die auf diesem Gebiet erzielten Fortschritte seit 2007 dar¹³⁵. Hervorzuheben ist folgendes Ergebnis des Berichts: Befragungen ergaben, dass im Berichtszeitraum das Lebenszykluskostenprinzip mit durchschnittlich nur 10 % in die Angebotswertung einging und von fast einem Drittel der Vergabestellen gar nicht als Zuschlagskriterium verwendet wurde¹³⁶.

Zur umfassenden Evaluierung der Potenziale und auch der hemmenden Faktoren der Innovationsorientierung gab das BMBF die Studie „Einkäufer Staat‘ als Innovationstreiber“ in Auftrag, die im November 2009 erschien. Zusammenfassend bestätigt das Ergebnis des umfangreichen Berichts, dass zwar die richtigen politischen Impulse gesetzt wurden, dass u. a. aber das Fehlen einheitlicher vergaberechtlicher Regelungen eine zu niedrige Sensibilisierung der öffentlichen Vergabestellen bedingt¹³⁷.

¹³⁴ Dieser kann auf der Internetseite des BMWi heruntergeladen werden: <http://www.bmwi.de/DE/Themen/Technologie/Rahmenbedingungen/innovation-beschaffungswesen.html>.

¹³⁵ Bericht zur Innovationsorientierung öffentlicher Beschaffung des BMWi, <http://www.bmwi.de/DE/Mediathek/publikationen,did=545364.html>.

¹³⁶ Bericht zur Innovationsorientierung öffentlicher Beschaffung des BMWi, <http://www.bmwi.de/DE/Mediathek/publikationen,did=545364.html>, S. 14.

¹³⁷ Abschlussbericht „Einkäufer Staat“ als Innovationstreiber – Entwicklungspotenziale und Handlungsnotwendigkeiten für eine innovativere Beschaffung im öffentlichen Auftragswesen Deutschlands v. 30.09.2009 der Wegweiser GmbH Berlin Research & Strategy, dem Fachgebiet Innovationsökonomie (Institut für Technologie und Management) der Technischen Universität Berlin und der Anwaltssozietät Orrick Hölters & Elsing, abrufbar unter: <http://www.wegweiser.de/einkaeufer-staat-als-innovationstreiber>.

Innovative Beschaffung war auch Bestandteil der Konjunkturmaßnahmen der Bundesregierung¹³⁸. Das Konjunkturpaket II aus 2009 sollte bei Bundesmaßnahmen den öffentlichen Investitionen durch gelockerte Vergabevorschriften zusätzliche Schubkraft geben. Der Evaluierungsbericht des Bundesrechnungshofes aus 2012 bescheinigte den Maßnahmen im Bereich der Bauleistungen und freiberuflichen Leistungen jedoch eingeschränkte oder fehlende Eignung zur Erreichung der gesetzten Ziele¹³⁹.

Im Januar 2008 hat die Bundesregierung für Beschaffungen aller Bundesdienststellen die „Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Beschaffung energieeffizienter Produkte und Dienstleistungen (AVV-EnEff)“¹⁴⁰ mit dazugehörigen Leitlinien erlassen, welche u. a. die Berücksichtigung des Energieverbrauchs in der Nutzungsphase bei der Erstellung der Vergabeunterlagen und bei der Angebotswertung vorschreibt. Unter Umständen sollen daneben für die Ausführung des Auftrags umwelt- und energieeffizienzbezogene Vertragsbedingungen gefordert werden. Die AVV-EnEff gilt sowohl für Vergaben oberhalb der Schwellenwerte gem. § 2 VgV als auch für solche unterhalb der Schwellenwerte. Die Berücksichtigung des Energieverbrauchs hat seit der Änderung der Vergabeverordnung (VgV) 2011 auch für sämtliche öffentlichen Vergabestellen unterhalb der Bundesebene Geltung erlangt – allerdings nur oberhalb der Schwellenwerte. Die Festlegung umwelt- und energieeffizienzbezogener Vertragsbedingungen für die Auftragsausführung hingegen hat auf Gesetzesebene bereits 2009 Niederschlag im neuen § 97 Abs. 4 GWB gefunden – jedoch nur mittelbar: Die ausdrückliche Nennung energieeffizienzbezogener Kriterien musste den allgemeingültigeren „innovativen Aspekten“ weichen.

Als Folge der Ansätze aus 2007/2008 hat im Februar 2013 das BMWi das vom Bundesverband Materialwirtschaft, Einkauf und Logistik e.V. (BME) betriebene „Kompe-

¹³⁸ Bericht zur Innovationsorientierung öffentlicher Beschaffung des BMWi, <http://www.bmw.de/DE/Mediathek/publikationen,did=545364.html>, S. 8.

¹³⁹ Bericht des Bundesrechnungshofes nach § 99 BHO über die Auswirkungen der Vergabeerleichterungen des Konjunkturpakets II auf die Beschaffung von Bauleistungen und freiberuflichen Leistungen bei den Bauvorhaben des Bundes v. 09.02.2012, abrufbar unter <http://www.bundesrechnungshof.de/de/veroeffentlichungen/sonderberichte/2012-sonderbericht-auswirkungen-der-vergabeerleichterungen-des-konjunkturpakets-ii-auf-die-beschaffung-von-bauleistungen-und-freiberuflichen-leistungen-bei-den-bauvorhaben-des-bundes/view>, S. 4 u. 28.

¹⁴⁰ BAnz S. 198 mit Änderungen vom 18.01.2012 (BAnz S. 286) und vom 16.01.2013 (BAnz AT 24.1.2013 B1).

tenzzentrum für innovative öffentliche Beschaffung (KOINNO)“ eröffnet, welches darauf ausgelegt ist, nachhaltig für die Innovationsorientierung des Beschaffungswesens zu sorgen. Vergabestellen soll hier geholfen werden, ihr Innovationspotenzial stärker zu erkennen, wobei jedoch auch das Bestehen rechtlicher Hindernisse problematisiert wird.

Auch nach den Entwürfen zu den neuen EU-Vergaberichtlinien sollen Öffentliche Auftraggeber die öffentliche Auftragsvergabe strategisch optimal nutzen, um Innovationen voranzutreiben – auch um nachhaltiges Wirtschaftswachstum zu fördern¹⁴¹. Besondere Berücksichtigung hat die Innovationsförderung in den neuen europäischen Richtlinienentwürfen durch die Einführung der „Innovationspartnerschaft“ erfahren, welche unten (Kap. 9.4.4) vorgestellt wird.

9.2.1.3 Nachhaltige Beschaffung

Das Erstreben von Energieeffizienz ist Bestandteil der Nachhaltigkeitsbemühungen auf europäischer und nationaler Ebene. Angefangen mit dem im April 2001 einberufenen „Rat für nachhaltige Entwicklung“ verfolgt die Bundesregierung auch unter diesem Stichwort ein Maßnahmenprogramm. 2009 wurde die Initiative „Allianz für eine nachhaltige Beschaffung“ gegründet, die auf diesem Gebiet die Zusammenarbeit zwischen Bund, Ländern und Kommunen ausbauen und den Anteil nachhaltiger Produkte und Dienstleistungen deutlich erhöhen soll. Die im Oktober 2011 gegründete Kompetenzstelle für nachhaltige Beschaffung beim Beschaffungssamt des Bundesministeriums des Innern (KNB) fungiert als Informationsplattform für öffentliche Auftraggeber. In der Zusammenarbeit von Bund und Ländern werden durch Expertengruppen nunmehr drei Themenbereiche bearbeitet: Elektromobilität, Standards und Statistik/Monitoring. Der letzte Bericht beschreibt zwar Fortschritte bei der nachhaltigen Gestaltung des öffentlichen Einkaufs, unterstreicht aber, dass für die Umsetzung der in den Expertengruppen erarbeiteten Ergebnisse noch zusätzliche Anstrengungen und Ressourcen notwendig sind.¹⁴²

¹⁴¹ Vorb. 17.

¹⁴² Bericht des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie an den Chef des Bundeskanzleramtes, 22. Oktober 2012, abrufbar unter:
<http://www.bmwi.de/DE/Mediathek/publikationen,did=545364.html>.

Am 06.12.2010 beschloss der Staatssekretärsausschuss für nachhaltige Entwicklung bzgl. Beschaffungen der Bundesministerien und der nachgeordneten Behörden in einem 12-Punkte-Programm u. a. Maßnahmen, die im Hinblick auf die Energieeffizienz von Produkten den im Folgejahr eingeführten neuen Bestimmungen der VgV (für Beschaffungen sämtlicher öffentlicher Auftraggeber) vorgreifen¹⁴³. Insbesondere wurden die BReg und die Bundesbehörden hierdurch bereits 2010, also zwei Jahre vor Inkrafttreten der neuen europäischen Energieeffizienzrichtlinie, verpflichtet, nur noch Produkte der höchsten Energieeffizienzklasse zu beschaffen, sofern diese das nötige Leistungsprofil aufweisen.

2011 wurde daneben die die Bauprodukterichtlinie¹⁴⁴ ersetzende Bauprodukteverordnung (EU-BauPVO)¹⁴⁵ erlassen, die für die Mitgliedstaaten unmittelbar gilt und europaweit die Bedingungen für das Inverkehrbringen und die Bereitstellung von Bauprodukten festlegt. Neben den Grundanforderungen an Bauwerke mit dem Ziel der nachhaltigen Ressourcennutzung¹⁴⁶ regelt sie unter anderem die Anforderungen an die Leistungserklärung, die jeder Hersteller zu erstellen hat (Art. 4) und an die CE-Kennzeichnung (Art. 8), mit der er sein Produkt zu versehen hat.

9.2.1.4 Bewertung

Inwieweit die Impulse von höchster Ebene sich positiv auf das allgemeine Beschaffungsverhalten auswirken, bleibt aufgrund der meist noch jungen Maßnahmen abzuwarten. Es besteht auch das Grundproblem, dass Nachhaltigkeit an sich ein nicht normativ definierter Begriff ist und es auch keine allgemeingültigen Kriterien dafür gibt, welche Produkte nachhaltig sind. Auch die Bauproduktenverordnung enthält hier keine Regelung, sondern verweist auf die Umweltproduktdeklarationen (EPDs), welche wiederum lediglich Inhaltsstoffe von Produkten beschreiben, ohne sie jedoch zu bewerten.

¹⁴³ Das Maßnahmenprogramm kann auf der Internetseite der Bundesregierung heruntergeladen werden:

<http://www.bundesregierung.de/Content/DE/StatischeSeiten/Breg/Nachhaltigkeit/0-Buehne/massnahmenprogramm-nachhaltigkeit-der-bundesregierung.html>.

¹⁴⁴ Richtlinie 89/106/EWG v. 21.12.1988.

¹⁴⁵ Verordnung (EU) Nr. 305/2011 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. März 2011 zur Festlegung harmonisierter Bedingungen für die Vermarktung von Bauprodukten und zur Aufhebung der Richtlinie 89/106/EWG des Rates v. 9. März 2011, ABl. Nr. L 88 S. 5, ber. ABl. 2013 Nr. L 310 S. 10.

¹⁴⁶ Vorb. Nr. 55 EU-BauPVO.

Das Bereitstellen von Informationen und die Zusammenstellung geltender Vorschriften auf Informationsplattformen verstärkt zwar die Wahrnehmung, inwieweit aber Vergabestellen darauf basierend ihr Beschaffungsverhalten nachhaltiger gestalten, ist hier nicht ermittelbar. Hervorzuheben sind jedoch im Rahmen der Initiative entstandene Internetportale und Mediendatenbanken, die wie „www.itk-beschaffung.de“¹⁴⁷ produktgruppenbezogenen Leitfäden für produktneutrale umweltfreundliche Beschaffungen (leider nur im IT-Bereich) oder wie die Schulungsskripte zur umweltfreundlichen Beschaffung¹⁴⁸ des UBA umfangreiche Hilfestellung anbieten. Diese sind von Vergabestellen heranziehbar, ersetzen jedoch freilich nicht die sorgfältige Ausarbeitung der Vergabeunterlagen.

Unmittelbare Auswirkungen im Beschaffungswesen rufen die ministeriellen Runderlasse für Beschaffungen auf Bundesebene hervor. Diesen wird auch eine gewisse Vorbildfunktion zugesprochen. Die breite Basis sämtlicher öffentlicher Auftraggeber bis hin zur kleinen Kommune wird dagegen durch bindende Vorschriften erreicht, die erfahrungsgemäß (auch aufgrund der kleineren Haushalte und der vermeintlichen Diskrepanz zwischen Wirtschaftlichkeitsgebot und politischen Zielen) nur in abgeschwächter Form durchsetzbar sind. Diese werden im Folgenden vorgestellt. Auch hier zeigen jedoch die ersten zwei Jahre nach Einführung der neuen Vergabeverordnung (VgV), dass die bei den Vergabestellen grundsätzlich vorhandene Sympathie für nachhaltige Beschaffung auf Umsetzungsebene gehemmt wird¹⁴⁹. Der vorhandene rechtliche Rahmen wird in der Praxis nicht ausgeschöpft. Grund hierfür sind unter anderem Komplexität und Aufwand, die zwangsläufig mit einer auf Nachhaltigkeit bedachten Ausschreibung einhergehen. Den Vergabestellen fehlt hier oft das notwendige Fachwissen, ebenso wie das Personal. Können hier keine zusätzlichen Kapazitäten zugewiesen werden, ist es jedenfalls nötig, dass die Vergabestellen von den ihnen übergeordneten Stellen permanente Hilfestellung in Form von Erlassen und Produktlisten erhal-

¹⁴⁷ Dieses wurde vom Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e.V. (BITKOM), dem Bundesamt für Ausrüstung, Informationstechnik und Nutzung der Bundeswehr (BAAINBw), der Bundesagentur für Arbeit und dem UBA eingerichtet.

¹⁴⁸ Die sechs im Juli 2007 überarbeiteten Teilskripte sind abrufbar unter: <http://www.umweltbundesamt.de/themen/schulungsskripte-zur-umweltfreundlichen-beschaffung>.

¹⁴⁹ Gaus, NZBau 2013, 401 (402).

ten. Andernfalls bleibt die bestehende Rechtsunsicherheit auch weiterhin ein massiver Hinderungsfaktor bei der Umsetzung der Nachhaltigkeitsziele.

Impulse und Maßnahmen wie die oben beschriebenen sind deshalb zwar ein wichtiger Schritt, der vielen Gesetzgebungsvorhaben vorauszugehen hat, sollten jedoch konkretisiert und praxistauglich gemacht werden. Im Folgenden wird nun beschrieben, wie die zurzeit bestehenden Gesetze und Verordnungen die Berücksichtigung von Lebenszykluskriterien in der Vergabe regeln. Die Darstellung orientiert sich an der in der Praxis maßgeblichen Trennung in drei große Projektbereiche: Allgemeine Bauprojekte der „klassischen“ öffentlichen Auftraggeber, Bauprojekte der Sektorenauftraggeber und Projekte im Bereich Verteidigung und Sicherheit. Der Großteil der LZK-relevanten Vorgaben findet sich jedoch im „klassischen Bereich“, während in den beiden letztgenannten Kategorien ein anderer Fokus verfolgt wird, der den Nachhaltigkeitsgedanken weitgehend verdrängt.

9.2.2 Normative Rechtsgrundlagen für allgemeine Bauvorhaben (EU-Richtlinien, GWB, VgV, VOB/A, VOL/A)

Diejenigen Vorschriften, welche bei allgemeinen Bauvorhaben bei der Berücksichtigung von Nachhaltigkeits- und insbesondere LZK-Aspekten einschlägig sind, werden im Folgenden gemäß der geltenden Normenhierarchie abstrakt dargestellt. Die zu erörternden LZK-relevanten Regelungen sind dabei immer vor dem Hintergrund des „allgemeinen“ Vergaberechts zu sehen, das mit den Grundsätzen der Publizität, der Transparenz, der Auftragsbezogenheit, des Willkürverbots und des Diskriminierungsverbots die Grenzen für die Berücksichtigung „vergabefremder“ Aspekte markiert. Die sich aus diesen Grundsätzen ergebenden „allgemeinen“ Pflichten, die öffentliche Auftraggeber bei allen Vergabeverfahren zu beachten haben, werden im Kap. 9.3 problematisiert, soweit die Erfahrungen der Pilotprojekte einen relevanten Bezug zu LZK-Aspekten aufgezeigt haben.

Das deutsche Vergaberecht setzt europäisches Recht im sogenannten „Kaskadenprinzip“ um, einem hierarchisch strukturierten System von Gesetzen und Verordnungen. An der Spitze stehen auf europäischer Ebene der EU-Vertrag (AEUV) und die EU-Vergaberichtlinien, auf der deutschen Gesetzesebene gefolgt von dem Gesetz gegen Wettbewerbsbeschränkungen (GWB), der Vergabeverordnung (VgV), der Sektorenverordnung (SektVO) und der Vergabeverordnung Verteidigung und Sicherheit

9. Vergaberechtliche Grundlagen für lebenszyklusorientierte Bauvorhaben

(VSVgV). Die Vergabe von Bauleistungen wird durch die VOB/A geregelt. Oberhalb der Schwellenwerte gilt deren 2. Abschnitt (EG-Paragrafen). Unterhalb der Schwellenwerte haben öffentliche Auftraggeber das nationale Haushaltsrecht, den 1. Abschnitt der jeweiligen Vergabeordnung und die Landesvergabegesetze zu beachten.

Unterhalb der Schwellenwerte		Oberhalb der Schwellenwerte	
Nationales Haushaltsrecht		<ul style="list-style-type: none"> ▪ AEUV ▪ Vergabekoordinierungs-RL (VKR) ▪ Sektoren-RL ▪ Rechtsmittelrichtlinien 	
		Gesetz gegen Wettbewerbsbeschränkungen §§ 97 ff. GWB	
		VgV, SektVO, VSVgV	
VOB/A 1. Abschnitt (Basis-Paragrafen)	Vergabehandbuch des Bundes (VHB)	VOB/A 2. Abschnitt (EG-Paragrafen)	
Landesvergabegesetze			

9.2.2.1 Europäische Vorgaben

RL 2004/18/EG (Vergabekoordinierungsrichtlinie)¹⁵⁰

Die Richtlinie erhebt an sich selbst den Anspruch, klarzustellen, „wie die öffentlichen Auftraggeber zum Umweltschutz und zur Förderung einer nachhaltigen Entwicklung beitragen können“, und gleichzeitig zu garantieren, dass sie für ihre Aufträge ein optimales Preis-Leistungs-Verhältnis erzielen können¹⁵¹. Diese Erklärung in den Erwä-

¹⁵⁰ ABI. Nr. L 134 S. 114, ber. ABI. Nr. L 351 S. 44), zuletzt geändert durch Art. 1 ÄndRL 2013/16/EU vom 13.05. 2013 (ABI. Nr. L 158 S. 184).

¹⁵¹ Erwägungsgrund 5) der VKR.

gungsgründen der Richtlinie von 2004 spiegelt zum einen die auch damals bereits anerkannte Bedeutung von Nachhaltigkeitsaspekten im Vergaberecht wider, zum anderen reflektiert sie das Dilemma der dadurch entstehenden Gefahr der erhöhten Investitionskosten. Hieraus wird wiederum deutlich, dass der Gedanke der letztendlichen Preisminimierung durch die Berücksichtigung von Lebenszyklusaspekten und damit eine ganzheitliche Betrachtung der Kosten eines Projekts an Stelle des Hauptaugenmerks auf dem Investitionspreis im Vergaberecht zu Zeiten des Erlasses der gültigen Richtlinie noch nicht im Vergaberecht angekommen war. Nichtsdestotrotz stellt die Richtlinie einige Werkzeuge bereit, die für die Umsetzung von Nachhaltigkeitskriterien heute genutzt werden.

Art. 23 Technische Spezifikationen (Leistungsbeschreibung)

Die Leistungs- oder Funktionsanforderungen in der Leistungsbeschreibung können gem. Art. 23 Abs. 3 lit. b) VKR Umwelteigenschaften umfassen. Abs. 6 der Vorschrift regelt unter näherer Festlegung der Voraussetzungen, dass Auftraggeber in diesem Fall die Spezifikationen von Umweltgütezeichen verwenden können. Hierzu hat der Europäische Gerichtshof (EuGH) 2012 eine klarstellende Entscheidung getroffen¹⁵². Er hat darin bestätigt, dass öffentliche Auftraggeber soziale und ökologische Aspekte bei der Ausschreibung berücksichtigen dürfen. Die Entscheidung werden wir weiter unten eingehender besprechen.

Art. 45 Persönliche Lage (Eignung)

Bewerber oder Bieter können gem. Art. 45 Abs. 2 lit. d) VKR von der Teilnahme am Vergabeverfahren ausgeschlossen werden, wenn sie im Rahmen ihrer beruflichen Tätigkeit nachweislich eine schwere Verfehlung begangen haben. Es wird angenommen, dass Umweltverstöße (Umweltstraftaten und unter Umständen schwere Umweltordnungswidrigkeiten) eine solche schwere Verfehlung darstellen können¹⁵³.

Art. 48 Technische Leistungsfähigkeit (Eignung)

In den entsprechenden Fällen dürfen Auftraggeber von Bau- und Dienstleistungsaufträgen gem. Art. 48 Abs. 2 lit. f) VKR zum Nachweis der technischen Leistungsfähigkeit

¹⁵² EuGH, Urt. v. 10.05.2012 – C-368/10, EuZW 2012, 592 (m. Anm. Siegel) = NVwZ 2012, 867 (m. Anm. Rosenkötter) = ZfBR 2012, 489.

¹⁵³ Heyne, LKV 2013, 158 (159).

vom Bewerber/Bieter die Angabe der Umweltmanagementmaßnahmen verlangen, die er bei der Ausführung des betreffenden Auftrags ggf. anwenden will. Voraussetzung ist ein Zusammenhang mit dem Auftragsgegenstand. Auf die Umweltmanagementmaßnahmen gehen wir bei der Besprechung der deutschen Umsetzungsvorschriften § 6 EG Abs. 9 VOB/A, § 7 EG Abs. 11 VOL/A erneut ein.

Art. 26 Bedingungen für die Auftragsausführung

Sofern diese mit Gemeinschaftsrecht vereinbar sind, dürfen Auftraggeber in der Bekanntmachung oder den Vergabeunterlagen zusätzliche Bedingungen für die Ausführung des Auftrags angeben, die insbesondere soziale oder umweltbezogene Aspekte betreffen. Die Einzelheiten dieser Regelung, um die teils einige Verwirrung herrscht, werden hier bei der deutschen Umsetzungsnorm § 97 Abs. 4 S. 2 GWB dargestellt (Kap. 9.2.2.2).

Art. 53 Zuschlagskriterien

Wenn der Zuschlag auf das wirtschaftlich günstigste Angebot erfolgen soll (und nicht lediglich auf das Angebot mit dem niedrigsten Preis), können gemäß Art. 53 Abs. 1 lit. a VKR Kriterien wie z. B. Qualität, Preis, technischer Wert, Ästhetik, Zweckmäßigkeit, Umwelteigenschaften, Betriebskosten, Rentabilität, Kundendienst und technische Hilfe, Lieferzeitpunkt und Lieferungs- oder Ausführungsfrist herangezogen werden, solange ein Zusammenhang mit dem Auftragsgegenstand gegeben ist. Diese Aufzählung ist nicht abschließend. Eine Umsetzung der expliziten Nennung dieser Kriterien erfolgte durch die entsprechende nationale Vorschrift des § 97 Abs. 5 GWB nicht.

9.2.2.2 Vorgaben auf nationaler Ebene

Für die Berücksichtigung von Lebenszykluskriterien relevant sind vor allem die Absätze 4 und 5 des § 97 GWB (**Allgemeine Grundsätze**).

§ 97 Abs. 4 S. 1 GWB regelt zunächst die **Eignungskriterien** für Auftragsvergaben. Die Merkmale der Gesetzestreue und Zuverlässigkeit umfassen auch umweltrelevante Merkmale des Bewerbers/Bieters.

§ 97 Abs. 4 S. 2 GWB dient seit 2009 der Umsetzung von Art. 26 VKR und gibt öffentlichen Auftraggebern die Möglichkeit, **zusätzliche Anforderungen an die Auftragsausführung** zu formulieren. Während die Richtlinie damit insbesondere soziale und umweltbezogene Aspekte erfassen will, nennt der deutsche Gesetzgeber darüber hin-
„Lebenszyklusorientierte Planungsprozesse, Ausschreibungen und Vergaben – Pilotierung in der Projektbegleitung öffentlicher Bauvorhaben“ - Forschungsinitiative ZukunftBAU – Stand 05-2015

aus auch innovative Gesichtspunkte. Der Regelungsgehalt dieser Ergänzung ist aber zweifelhaft, da innovative Aspekte auch bereits zuvor im Rahmen der Leistungsbeschreibung und der Zuschlagskriterien berücksichtigt werden konnten. Zu den Unklarheiten der Einordnung dieser Vorschrift werden wir unter 9.3.2.5 weitere Ausführungen machen.

§ 97 Abs. 4 S. 3 GWB stellt eine **Öffnungsklausel** für weitere Vorschriften dar. Wenn ein Bundes- oder Landesgesetz entsprechende Regelungen trifft, dürfen öffentliche Auftraggeber auch andere oder weitergehende Anforderungen an Auftragnehmer stellen als die in § 97 Abs. 4 S. 1 und 2 GWB benannten.

Die **Zuschlagskriterien** werden in § 97 Abs. 5 GWB geregelt. Diese Vorschrift dient der Umsetzung von Art. 53 der VKR. Sie überlässt dem Auftraggeber einen Beurteilungsspielraum, welche Kriterien er mit welcher Gewichtung für die Prüfung der Wirtschaftlichkeit heranziehen möchte. Anhaltspunkt können die in der Richtlinie genannten Aspekte sein. Durch die sehr allgemein gefasste Formulierung der Vorschrift ohne Nennung dieser Aspekte betont der nationale Gesetzgeber den Beurteilungsspielraum. Ohnehin ist die Aufzählung in der Richtlinie nicht abschließend und lediglich beispielhaft. Daneben finden sich in den Vergabe- und Vertragsordnungen entsprechende ausführlichere Vorschriften, s. u.

Neben dem GWB macht das **Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG)**¹⁵⁴ in § 45 Abs. 1 Bundesbehörden und den der Aufsicht des Bundes unterstehenden juristischen Personen des öffentlichen Rechts, Sondervermögen und sonstigen Stellen unter anderem die Vorgabe, bei Beschaffungen zu prüfen, ob und in welchem Umfang umweltschonende Erzeugnisse eingesetzt werden können. Dabei sollen die Kriterien Langlebigkeit, Reparaturfreundlichkeit, Wiederverwendbarkeit oder Verwertbarkeit, die Abfalleigenschaften und der Herstellungsprozess berücksichtigt werden. Auch soll der Bund gem. Abs. 2 der Vorschrift auf private Beteiligungsgesellschaften einwirken, diese Verpflichtungen einzuhalten. Verpflichtend ist die Vorschrift aber nur für die öffentliche Hand, sie soll deren Vorbild- und Marktfunktion für die Ziele des Abfallrechts instrumentalisieren¹⁵⁵. Aufgrund der Tatsache, dass hier zunächst lediglich eine Prüfpflicht auferlegt

¹⁵⁴ Kreislaufwirtschaftsgesetz v. 24.02.2012, BGBl. I S. 212, zuletzt geändert durch § 44 Abs. 4 Tiergesundheitsgesetz vom 22.05.2013, BGBl. I S. 1324.

¹⁵⁵ Beckmann, in: Landmann/Rohmer, Umweltrecht, 69. EL 2013, KRWG § 45, Rn. 13.

wird und wegen der Wechselwirkung mit anderen Vorschriften des KRWG wird der Praxiswert dieser Vorschrift angezweifelt¹⁵⁶. Die Abfallgesetze der Länder verpflichten die Landesbehörden und sonstige der Landesaufsicht unterstehende Stellen sowie die Kommunen durch entsprechende Regelungen, die hier nicht gesondert dargestellt werden.

§§ 4, 6 Vergabeverordnung (VgV)

Neben die Vorgaben des GWB treten gem. § 127 Nr. 2 GWB die Vorschriften der VgV. Durch die 2010 und 2011 erfolgten Änderungen der VgV wurde das Kriterium der Energieeffizienz als wichtiges Kriterium bei der öffentlichen Auftragsvergabe rechtlich verankert¹⁵⁷. Hierdurch wurde die Richtlinie 2006/32/EG über Energieeffizienz und Energiedienstleistungen und zur Aufhebung der Richtlinie 93/76/EWG vom 05.04 2006 (Energieeffizienzrichtlinie) umgesetzt. Die Änderungen bedeuten für den öffentlichen Auftraggeber, dass er

- in der Leistungsbeschreibung Mindestanforderungen an das Leistungsniveau an Energieeffizienz bzw. die Energieeffizienzklasse stellen soll
- von den Bietern konkrete Angaben zum Energieverbrauch verlangen muss und in geeigneten Fällen eine Analyse minimierter Lebenszykluskosten
- Energieeffizienz als Zuschlagskriterium angemessen berücksichtigen muss.

Dies gilt nicht nur für Lieferaufträge, sondern auch für Dienstleistungen, wenn energieverbrauchsrelevante Waren, technische Geräte oder Ausrüstungen wesentliche Voraussetzung zur Ausführung der Dienstleistung sind (§ 4 Abs. 4 – 6b VgV). Vor allem sind aber auch Bauleistungen betroffen, wenn die Lieferung der energieverbrauchsrelevanten Waren deren wesentlicher Bestandteil ist (§ 6 Abs. 2 – 6 VgV).

Sachlich erfasst sind hiervon alle energieverbrauchsrelevanten Waren, womit gem. der Verordnungsbegründung auch Produkte im Sinne der neuen Energieverbrauchskennzeichnungs-Richtlinie¹⁵⁸ gemeint sind, technische Geräte und Ausrüstungen. Damit sind nicht (mehr) nur Haushaltsgeräte und unmittelbar energieverbrauchende Ge-

¹⁵⁶ Dippel, in: Giesberts/Reinhardt, Beck'scher Online-Kommentar Umweltrecht, 29. Aufl. 2013, KRWG § 45, Rn. 3.

¹⁵⁷ BRat Drucks. 345/11

¹⁵⁸ ABl. L 153 vom 18.6.2010, S. 1.

räte (wie Ventilatoren, Pumpen, Heizung, Beleuchtung etc.) einbezogen, sondern alle Produkte, deren Verwendung den Verbrauch an Energie in irgendeiner Weise beeinflusst (z. B. Wärmeschutzfenster, Stromkabel, Dämmstoffe). Entscheidend ist die Energieeffizienz beim Gebrauch der Produkte; der Herstellungsprozess und die Entsorgung sind hiernach unbeachtlich.

Bei der Bestimmung, wann die Lieferung energieverbrauchsrelevanter Waren wesentlicher Bestandteil einer Bauleistung ist, wird teils § 94 Abs. 2 des Bürgerlichen Gesetzbuches (BGB) entsprechend herangezogen¹⁵⁹. Hiernach ist eine Sache dann wesentlicher Bestandteil einer Bauleistung, wenn sie zur Herstellung des Bauwerks eingefügt wird, wenn also ohne sie das Bauwerk als nicht fertiggestellt anzusehen wäre. Die Zweckrichtung der VgV bewirkt daneben, dass die Sache auch wirtschaftliche Bedeutung haben muss, ebenso wie ihr Wertanteil im Verhältnis zum geschätzten Gesamtauftragswert bedeutsam sein muss¹⁶⁰. Die Pflicht zur Berücksichtigung der Energieeffizienz als Zuschlagskriterium ist als Muss-Vorschrift stärker als ihre Vorgängervorschrift von 2010. Gleichwohl wird sie durch den Zusatz „angemessen“ aufgeweicht und spricht damit dem Auftraggeber einen großen Gestaltungsspielraum bei der Gewichtung des Kriteriums zu. Ein Blick in die Verordnungshistorie offenbart die Hintergründe: Der ursprüngliche Vorschlag der Bundesregierung für die neue Vorschrift forderte die Berücksichtigung der Energieeffizienz „als hoch gewichtetes Zuschlagskriterium“, und dies laut Begründung „in jedem Fall“¹⁶¹. Der Wirtschaftsausschuss des Bundesrates hat aber dann die Überlegung angestellt, dass die Gewichtung der Energieeffizienz davon abhängig sei, welche Vorgaben in der Leistungsbeschreibung gemacht werden. Wenn bereits in der Leistungsbeschreibung hohe Anforderungen an die Energieeffizienz gestellt würden, seien wenige Diskrepanzen bei der Angebotswertung zu erwarten, weshalb eine hohe Gewichtung des Effizienzkriteriums fehlsliefe. Stattdessen sollten dann weitere funktionale und qualitative Anforderungen verstärkt berücksichtigt werden, und umgekehrt¹⁶². Das Land NRW sah darin eine

¹⁵⁹ Schneider, in: Kapellmann/Messerschmidt, VOB-Kommentar, § 6 VgV, Rn. 8.

¹⁶⁰ Schneider, a.a.O.; Auch das VHB Bund geht von einem wesentlichen Bestandteil insbesondere dann aus, wenn der kostenmäßige Anteil 10 % der geschätzten Gesamtkosten des Gewerkes überschreitet, Nr. 4.2.8 der RL 100.

¹⁶¹ BR Drucks. 345/11.

¹⁶² BR Drucks. 345/1/11.

Relativierung der Vorschrift und Konterkarierung des Verordnungszieles und beantragte (erfolglos), der Wortlaut solle lauten, als „Zuschlagskriterium besonders zu gewichten¹⁶³.“ Was der Auftraggeber also im Einzelfall für eine angemessene Gewichtung hält, ist ihm überlassen.

Vergabeordnungen VOL/A, VOB/A

Von den Regelungen, die die Vergabe- und Vertragsordnungen treffen, ist besonders diejenige zur Festlegung von **Umwelteigenschaften** in der Leistungsbeschreibung hervorzuheben (§ 7 EG Abs. 7 VOB/A, § 8 EG Abs. 5 VOL/A). Diese dient der Umsetzung des Art. 23 Abs. 6 VKR. Nach dem „**EKO und Max Havelaar**“-Urteil des EuGH ergeben sich daraus folgende Möglichkeiten und Anforderungen für öffentliche Auftraggeber, Umwelteigenschaften als technische Spezifikation in der Ausschreibung zu berücksichtigen: Der Auftraggeber kann diejenigen Spezifikationen in der Leistungsbeschreibung fordern, die in Umweltgütezeichen definiert sind. Die Eigenschaften, die dem vom Auftraggeber ausgewählten Gütezeichen zugrunde liegen, müssen dann aber im Einzelnen in den Vergabeunterlagen aufgeführt werden. Die Gütezeichen selbst hingegen dürfen von den Bietern nicht abgefragt werden, sondern sie können lediglich dazu dienen, nachzuweisen, dass die in den Ausschreibungsunterlagen geforderten Kriterien eingehalten wurden, wobei Bieter aber das Erfüllen der Anforderungen auch in jeder anderen Form nachweisen können¹⁶⁴. Daneben hat der EuGH klargestellt, dass die Berücksichtigung von Umwelt- und Sozialkriterien als Eignungsanforderungen durch den Wortlaut der Art. 44, 48 VKR eingeschränkt ist, dass sie aber als Anforderung an die Leistungserbringung i.S.v. Art. 23 Abs. 3 lit. b) VKR (§ 97 Abs. 4. S. 2 GWB) und als Zuschlagskriterium berücksichtigt werden können, beides unter der Voraussetzung der Auftragsbezogenheit.

Im Rahmen des Nachweises der technischen Leistungsfähigkeit können gem. § 6 EG Abs. 9 VOB/A, § 7 EG Abs. 11 VOL/A als **Eignungskriterium Angaben über Umweltmanagementmaßnahmen** gefordert werden, die der Bewerber oder Bieter ggf. bei der Auftragsausführung anwenden will, vgl. auch Art. 48 Abs. 2 lit. f) VKR. Voraussetzung ist, dass die Anforderungen mit dem Auftragsgegenstand zusammenhängen. Auch hier ist jedoch die bloße Bezugnahme auf ein Zertifikat durch den Auftraggeber

¹⁶³ BR Drucks. 345/2/11

¹⁶⁴ EuGH, Urt. v. 10.05.2012 – C-368/10, NVwZ 2012, 867 (m. Anm. Rosenkötter).

ist nicht zulässig, sondern der Auftraggeber hat die Anforderungen selbst in die Vergabeunterlagen mit aufzunehmen. Er kann zum Nachweis dafür, dass der Bewerber oder Bieter bestimmte Normen für das Umweltmanagement erfüllt, die Vorlage von Bescheinigungen unabhängiger Stellen verlangen (z. B. nach dem Gemeinschaftssystem für das Umweltmanagement und die Umweltbetriebsprüfung, **EMAS**). Auftraggeber haben aber auch andere Nachweise für gleichwertige Umweltmanagementmaßnahmen anzuerkennen.

§ 16 EG Abs. 7 VOB/A und der entsprechende § 19 EG Abs. 9 VOL/A orientieren sich bezüglich der **Zuschlagskriterien** dann wie angedeutet an den Vorgaben der Richtlinie und zählen im Gegensatz zu § 97 Abs. 5 GWB u. a. folgende Aspekte beispielhaft als Zuschlagskriterien neben dem Preis auf: Qualität, technischer Wert, Umwelteigenschaften, Betriebs- und Folgekosten (die VOL/A nennt anstelle der Folgekosten Lebenszykluskosten), Rentabilität, Kundendienst und technische Hilfe, Lieferungs- oder Ausführungsfrist. Auch dies ist keine abschließende Aufzählung, so dass dem Auftraggeber der beschriebene Beurteilungsspielraum bezüglich der Kriterien, nach denen er die Wirtschaftlichkeit des Angebotes bemessen will, bleibt.

Vergabe- und Vertragshandbuch für die Baumaßnahmen des Bundes¹⁶⁵

Zur einheitlichen Durchführung von Vergabeverfahren für öffentliche Hochbaumaßnahmen¹⁶⁶ gibt das BMVBS als Arbeitsmittel das Vergabe- und Vertragshandbuch für Baumaßnahmen des Bundes heraus. Die im VHB enthaltenen Richtlinien sind bei Bundesmaßnahmen neben der jeweiligen Vergabeordnung (VOB, VOL) anzuwenden, die sie präzisieren. Nr. 4.2.8 der RL 100 des VHB schreibt in Einklang mit den oben genannten Bestimmungen der VgV vor, dass der Auftraggeber bei der Vorbereitung der Ausschreibung festzustellen hat, ob **energieverbrauchsrelevante Waren**, technische Geräte oder Ausrüstungen wesentlicher Bestandteil der Bauleistung sind. Interessant ist dabei die Maßgabe des VHB, dass von einem wesentlichen Bestandteil ins-

¹⁶⁵ Vergabe- und Vertragshandbuch für die Baumaßnahmen des Bundes, ausgenommen Maßnahmen der Straßen und Wasserbauverwaltungen, <http://www.bmvbs.de/SharedDocs/DE/Artikel/B/vergabe-und-vertragshandbuch-fuer-die-baumassnahmen-des-bundes-vhb-2008.html>.

¹⁶⁶ In Bereich des Straßen- und Brückenbaus sind das Handbuch für die Vergabe und Ausführung von Bauleistungen im Straßen- und Brückenbau (HVA B-StB), das Handbuch für die Vergabe und Ausführung von Lieferungen und Leistungen im Straßen- und Brückenbau (HVA L-StB) bzw. das Handbuch für die Vergabe und Ausführung von freiberuflichen Leistungen im Straßen- und Brückenbau (HVA F-StB) zu beachten.

besondere dann auszugehen ist, wenn der kostenmäßige Anteil der Waren 10 % der geschätzten Gesamtkosten des Gewerkes überschreitet. Hierdurch wird den Vergabestellen ein konkreter Wert als Richtschnur genannt, ab dessen Erreichen sie bei der Ausschreibung dann in der Leistungsbeschreibung als Mindestanforderung die höchste Energieeffizienzklasse/das höchste Energieeffizienzniveau zu fordern haben. Das VHB hält bzgl. der Abfrage konkreter Angaben zum Energieverbrauch einen weiteren zahlenmäßigen Wert bereit: Eine geringfügige Unterscheidung beim Energieverbrauch der auf dem Markt angebotenen Waren liegt bei über 10 % Unterschied zur Mindestanforderung nicht mehr vor, so dass in diesem Fall die Energiewerte abzufragen und als Zuschlagskriterium in die Angebotswertung einzubeziehen sind.

Neben diesen für Auftraggeber in der Praxis hilfreichen Vorgaben enthält das VHB in RL. 100 Nr. 4.6 im Gegensatz zu den Vergabeordnungen ein striktes Verbot von Bedarfs- und Wahlpositionen in der Leistungsbeschreibung, hierzu mehr unter Kap. 9.3.1.5.

Für die Geltung auf Landesebene geben die Länder geringfügig modifizierte Ergänzungen zum VHB Bund heraus¹⁶⁷, die hier nicht gesondert behandelt werden.

9.2.2.3 Landesebene – Die Landesvergabegesetze

Seit dem Ruffert-Urteil des EuGH in 2008¹⁶⁸ haben fast alle Länder neue Tariftreue- und/oder Vergabegesetze erlassen, zuletzt im November 2013 Niedersachsen.

Die Länder setzen unterschiedliche Schwerpunkte, jedoch sind in den meisten der Vergabegesetze Regelungen zu Nachhaltigkeit und Energieeffizienz enthalten. Dies sind in der Regel **Soll-Vorschriften**, die ein bestimmtes Verhalten für den Regelfall vorschreiben. In atypischen Fällen bleibt dem öffentlichen Auftraggeber dabei ein Ermessensspielraum, wohl auch, um der tatsächlichen Umsetzbarkeit hoher ökologischer Anforderungen auf Auftragnehmerseite Rechnung zu tragen. Der Auftraggeber wird dadurch verpflichtet, je nach Einzelfall zu entscheiden, in welchem Umfang Nachhaltigkeitsaspekte in die Auftragsvergabe zu integrieren sind. Viele der Regelungen sind so-

¹⁶⁷ S. z. B. die VHB - Bundesversion mit landesspezifischen Ergänzungen Baden-Württemberg, <http://www.vbv.baden-wuerttemberg.de/pb/,Lde/321092>.

¹⁶⁸ EuGH, Urt. v. 03.04.2008 - C-346/06, NJW 2008, 3485.

gar lediglich Kann-Vorschriften, die der Auftraggeber im Einzelfall einhalten kann, aber nicht muss.

Bevor die Landesvergabegesetze auf ihren Inhalt hin untersucht werden, muss zunächst deren **Anwendungsbereich** geklärt werden. Die Öffnungsklausel des § 97 Abs. 4 S. 3 GWB bezieht sich der Systematik nach nur auf die Eignungsprüfung und die Auftragsausführung¹⁶⁹. In diesem Bereich können die formellen Landesvergabegesetze innerhalb ihres persönlichen und sachlichen Anwendungsbereiches den öffentlichen Auftraggebern auch für Aufträge oberhalb der Schwellenwerte Vorgaben machen. Regeln die Landesvorschriften jedoch andere vergaberechtliche Kategorien als Eignung und Auftragsausführung, wie z. B. die Anforderungen an die Leistungsbeschreibung oder die Angebotswertung, dürfte dies mangels Gesetzgebungskompetenz der Länder nur für Aufträge im Unterschwellenbereich gelten, sodass die Bundesvorschriften hier Vorrang hätten. Die Begründung des Gesetzentwurfs legt allerdings ein anderes Verständnis nahe: Hiernach können der Bundes- und die Landesgesetzgeber über die oben beschriebene Einschränkung hinaus Anforderungen, die nicht im sachlichen Zusammenhang zum konkreten Auftrag stehen, festlegen, so z. B. allgemeine Ausbildungsquoten, Quotierungen von Führungspositionen zugunsten der Frauenförderung, generelle Beschäftigung von Langzeitarbeitslosen¹⁷⁰. Die Öffnungsklausel ermöglicht es demnach auch im Oberschwellenbereich, dem Auftraggeber durch Bundes- oder Landesgesetz laut GWB originär nicht zulässige Anforderungen nicht nur bzgl. der Eignungskriterien und der Auftragsausführung, sondern auch bzgl. der Leistungsbeschreibung und der Zuschlagskriterien aufzuzwingen¹⁷¹. Die Vereinbarkeit dieser Auslegung mit Unionsrecht ist jedoch aufgrund des abschließenden Charakters der in Art. 26 VKR enthaltenen Auflistung äußerst fraglich¹⁷².

Verbindlich sind die Landesvergabegesetze für die Behörden des jeweiligen Landes, die Kreise, Gemeinden und Gemeindeverbände und andere der Landesaufsicht unterstehende juristische Personen des öffentlichen Rechts (Körperschaften, Anstalten, Stif-

¹⁶⁹ Opitz, in: Dreher/Motzke (2013), § 97 Abs. 4, Rn. 96.

¹⁷⁰ BT Drucks. 16/10117 v. 13.08.2008, S. 16 f.

¹⁷¹ Ziekow, in: Ziekow/Völlink, Vergaberecht (2011), § 97 Rn. 103 f.

¹⁷² Ziekow, s.o., Dreher, NZBau 2014, 1 (2).

tungen)¹⁷³. Teils sind auch privatrechtliche Unternehmen in der Hand öffentlicher Auftraggeber erfasst¹⁷⁴.

Landestariftreue- und Mindestlohngesetz Baden-Württemberg (LTMG Ba.-Wü.)¹⁷⁵

Das baden-württembergische Landesvergabegesetz enthält keine Vorgaben für die Berücksichtigung von Lebenszykluskostenaspekten.

Bayerische Umweltrichtlinien Öffentliches Auftragswesen (ÖAUmwR)¹⁷⁶

Neben Art. 2 Abs. 2 Nr. 1 des bayerischen Abfallwirtschaftsgesetzes haben Kommunen und sonstige juristische Personen des öffentlichen Rechts in **Bayern** bei „umweltbedeutsamen Vergaben“ die Umweltrichtlinien Öffentliches Auftragswesen zu beachten, die als Verwaltungsvorschriften rein innenrechtlich verbindlich sind. Hiernach haben die Vergabestellen im Rahmen der Bedarfsanalyse unter anderem zu ermitteln, welche energieeffizienten Lösungen angeboten werden. In der Leistungsbeschreibung sind gem. Ziff. 2.1 Vorgaben zum Energieverbrauch während der Nutzungsphase zu machen, soweit dies wirtschaftlich vertretbar ist. Zur angemessenen Beachtung von Energieeffizienzkriterien verweist Ziff. 2.2 auf die Anforderungskriterien verschiedener EU-Gütezeichen. Ziff. 3 enthält das Gebot, Nebenangebote grundsätzlich zuzulassen. Bzgl. der Eignungskriterien erklärt Ziff. 4, dass Anforderungen an das Umweltmanagement gestellt werden können – jedoch nur bei Vergaben im Oberschwellenbereich. Bei Lieferleistungen schreibt Ziff. 5 dann vor, bei der Angebotswertung das Lebenszykluskostenprinzip zu berücksichtigen, indem u. a. die voraussichtlichen Betriebskosten während der Nutzungsdauer und dabei v.a. die Energieverbrauchskosten als Zuschlagskriterium einbezogen werden. Die bayerische Staatsregierung gibt damit den öffentlichen Auftraggebern per Muss-Vorschrift vor allem die Berücksichtigung von Energieeffizienzkriterien in der Leistungsbeschreibung vor, allerdings mit der Ausnahmeregelung der Unwirtschaftlichkeit. Vor allem überlässt sie den Vergabestellen aber einen erheblichen Ermessensspielraum, welche Aufträge sie überhaupt als „umweltbedeutsam“ ansehen.

¹⁷³ Opitz, in: Dreher/Motzke (2013), § 97 Abs. 4, Rn. 101.

¹⁷⁴ Opitz, a.a.O.

¹⁷⁵ v. 10.04.2013, LTag Drucksache 15/3356.

¹⁷⁶ V. 28.04.2009, AllIMBI 2009, S. 163 - StAnz 2009, Nr. 19.

Berliner Ausschreibungs- und Vergabegesetz (BerlAVG)¹⁷⁷

Im Land Berlin können und sollen seit dem Jahr 2012 „die öffentlichen Einrichtungen und Unternehmen (...) zum Motor für Innovation in zahlreichen Produkt- und Dienstleistungsbereichen werden, indem sie die Nutzung von langlebigen, energieeffizienten Produkten fördern¹⁷⁸“. Öffentliche Auftraggeber sind daher verpflichtet, bei der Ausschreibung und Vergabe von **Liefer- und Dienstleistungen** ökologische Kriterien zu berücksichtigen, wie § 7 BerlAVG festlegt. Sie sollen bei der Festlegung der Leistungsanforderungen unter anderem energieeffizienten Produkten, Materialien und Verfahren den Vorzug geben. Konkret dürfen und müssen Auftraggeber bei der Bedarfsermittlung, der Erstellung der Leistungsbeschreibung und bei der Entscheidung über das wirtschaftlichste Angebot Anforderungen an die Energieeffizienz aufstellen und angemessen berücksichtigen sowie für die Auftragsausführung ergänzende Verpflichtungen aussprechen. Neben der Energieeffizienz sind die Lebenszykluskosten des Produktes oder der Dienstleistung als Zuschlagskriterium zu berücksichtigen.

Die konkretisierende Verwaltungsvorschrift, die für die Vergabe von Liefer-, Bau- und Dienstleistungsaufträgen durch die unmittelbare und mittelbare Landesverwaltung ab einem geschätzten Auftragswert von 10.000 Euro gilt, schreibt für die Beschaffung von Strom verbrauchenden Geräten sogar vor, dass die Lebenszykluskosten, die sich aus dem Angebotspreis und den zu erwartenden Stromkosten ergeben, das alleinige Zuschlagskriterium sein sollen. Für die Berechnung dieser Kosten macht die VV in Ziff. 7.1.1 sehr detaillierte Vorgaben. Sonstige Betriebs- und Instandhaltungskosten sowie externe Kosten bleiben aus Vereinfachungsgründen außer Betracht. Zusätzlich kann der öffentliche Auftraggeber weitere Umweltaspekte als Zuschlagskriterien formulieren (Ziff. 7.2). Beachtlich ist, dass der Großteil dieser Vorschriften für den Auftraggeber verbindliche Vorgaben macht und die Umgehung dieser Vorschriften durch Festlegung eines anderen Beschaffungs- oder Leistungsgegenstandes als unzulässig deklariert. Da gleichzeitig die Härtefallklausel der Ziff. 11 festlegt, dass die Beschaffungen nach dieser VV nicht zu höheren Beschaffungskosten in einem Haushaltsjahr führen dürfen, und dem Auftraggeber einen Ausnahmetatbestand eröffnet, ist der Praxiswert dieser

¹⁷⁷ v. 08.07.2010 (GVBl. S. 399 vom 22.07.2010), zuletzt geändert durch das Erste Gesetz zur Änderung des Berliner Ausschreibungs- und Vergabegesetzes vom 05.06.2012 (GVBl. S. 159 vom 16.06.2012).

¹⁷⁸ I. Grundsätze der umweltverträglichen Beschaffung der Verwaltungsvorschrift Beschaffung und Umwelt – VwVBU vom 23. Oktober 2012 (SenStadtUm IX B 22).

Regelungen dennoch fraglich und bleibt abzuwarten. Für die Ausschreibung und Vergabe von **Bauleistungen** schreibt die VV die Umsetzung der beschriebenen Anforderungen bereits in der Planung und bei der Erstellung der Leistungsbeschreibung vor. Betriebs- und Folgekosten sollen als Zuschlagskriterium festgelegt und gewichtet werden, wenn diese von nicht untergeordneter Bedeutung bei der wirtschaftlichen Gesamtbeurteilung sind (Ziff. 13).

Bremer Tariftreue- und Vergabegesetz (TtVG Bre)¹⁷⁹

In Bremen hat man sich 2012 mit einer Übernahme des § 97 Abs. 4 S. 2 GWB (s.o.) auch für Vergaben unterhalb der Schwellenwerte begnügt (§ 18 TtVG Bre). Die Auftraggeber sind zudem verpflichtet, bei der Vergabe von Bau-, Liefer- oder Dienstleistungen Umwelteigenschaften einer Ware, die Gegenstand der Leistung ist, zu berücksichtigen (§ 19 Abs. 1 TtVG Bre). Genauere Vorgaben, auf welche Weise dies geschehen soll, finden sich jedoch nicht. In ihrer Pauschalität ist absehbar, dass die Vorschrift in der Praxis wenig handhabbar sein wird. Daneben wurde die Vorschrift zu Umweltgütezeichen aus Art. 23 Abs. 6 der Vergabekoordinierungsrichtlinie (VKR)¹⁸⁰ übernommen (§ 19 Abs. 2 TtVG Bre).

Brandenburgisches Vergabegesetz (BbgVergGK)¹⁸¹

Auch in Brandenburg wurde 2011 die Vorschrift des § 97 Abs. 4 S. 2 GWB (s.o.) übernommen (§ 2 BbgVergGK). Weitere LZ-bezogene Vorgaben werden hier nicht gemacht.

Hamburgisches Vergabegesetz (HmbVgG)¹⁸²

In Hamburg wurde die Vorschrift zur umweltverträglichen Beschaffung (§ 3b HmbVgG) Mitte 2013 beträchtlich erweitert. Bei Lieferaufträgen sollen in geeigneten Fällen neben den voraussichtlichen Anschaffungskosten unter Berücksichtigung des Lebenszyklusprinzips nicht nur die voraussichtlichen Betriebskosten über die Nutzungsdauer und die Kosten für den Energieverbrauch, sondern sogar die Entsorgungskosten berücksichtigt

¹⁷⁹ V. 24.11.2009, Brem.GBl. S. 476; zuletzt geändert durch Art. 2 Gesetz zur Durchsetzung eines Mindestlohnes in Bremen vom 17. 7. 2012, Brem.GBl. S. 300.

¹⁸⁰ Richtlinie 2004/18/EG.

¹⁸¹ V. 21.09.2011, GVBl. I Nr. 19.

¹⁸² V. 13.02.2006, HmbGVBl. 2006, S. 57; zuletzt geändert durch Art. 2 Gesetz über den Mindestlohn und zur Änd. des Vergabegesetz vom 30.04.2013, HmbGVBl. S. 188.

werden (§ 3b Abs. 2 HmbVgG). Bei Liefer- und Dienstleistungsaufträgen soll im Rahmen der vorangestellten Bedarfsanalyse eine umweltfreundliche und energieeffiziente Gesamtlösung angestrebt werden (§ 3b Abs. 3 HmbVgG). Konkretere Vorgaben folgen ab Absatz 4: In der **Leistungsbeschreibung** oder in der Bekanntmachung sollen Leistungsanforderungen hinsichtlich des Umweltschutzes und der Energieeffizienz definiert werden (§ 3b Abs. 4 HmbVgG, Soll-Vorschrift). Daneben sind beim Kauf technischer Geräte und Ausrüstungen in der Leistungsbeschreibung im Rahmen der technischen Anforderungen von den Bietern **Angaben zum Energieverbrauch** zu fordern (**Muss-Vorschrift**) und in geeigneten Fällen eine **Analyse minimierter Lebenszykluskosten**; diese Vorschrift ist an die Vorgaben der VgV für den Oberschwellenbereich angelehnt. In Abs. 5 folgt eine an Art. 23 Abs. 6 VKR orientierte Regelung zu **Umweltgütezeichen**, wobei im Unterschied zu der europarechtlichen Vorgabe, die dem Anwender die Umsetzung überlässt, bei der technischen Spezifikation eines Auftrags Umwelteigenschaften oder Auswirkungen bestimmter Warengruppen oder Dienstleistungen auf die Umwelt diskriminierungsfrei festgelegt werden **sollen**. § 3b Abs. 6 HmbVgG schreibt dem Auftraggeber in geeigneten Fällen bei der **Eignungsprüfung** das Aufstellen von Kriterien bzgl. des Umweltmanagements vor (**Soll-Vorschrift**); bei umweltrelevanten Bau- und Dienstleistungsaufträgen können diese in der Angabe der **Umweltmanagementmaßnahmen** bestehen, die bei der Ausführung des Auftrags zur Anwendung kommen sollen. Auch bei der **Angebotswertung** sollen **Umweltschutzkriterien und Energieeffizienz** als Zuschlagskriterien Geltung erhalten (§ 3b Abs. 7 HmbVgG). Zusätzliche umweltbezogene Bedingungen für die **Auftragsausführung** können aufgestellt werden, wenn sie mit dem Recht der Europäischen Union vereinbar sind, insbesondere keinen diskriminierenden Charakter haben, in der Bekanntmachung oder in den Vergabeunterlagen angegeben werden und keine versteckten technischen Spezifikationen, Auswahl- oder Zuschlagskriterien darstellen (3b Abs. 8 HmbVgG).

Hessisches Vergabegesetz (HVgG)¹⁸³

Mit einer besonderen Betonung der notwendigen Auftragsbezogenheit wurde auch in Hessen in § 2 des 2013 erlassenen Vergabegesetzes (HVgG) die Vorschrift des § 97 Abs. 4 S. 2 GWB über die insbesondere sozialen, umweltbezogenen oder innovativen Anforderungen an die **Auftragsausführung** für den Unterschwellenbereich übernom-

¹⁸³ v. 25.03.2013, GVBl. 6/2013 S. 121.

men (Kann-Vorschrift). Daneben sind je nach Auftragsgegenstand Aspekte wie Umwelteigenschaften, Betriebskosten, Lebenszykluskosten, Rentabilität, Kundendienst und technische Hilfe sowie Qualität bei der **Angebotswertung** zu berücksichtigen (§ 11 Abs. 3 HVgG). Dies ist an die entsprechenden Vorschriften der Vergabeordnungen (§ 16 EG Abs. 7 VOB/A, § 19 EG Abs. 9 VOL/A, s. auch die Parallelregelungen im jeweiligen 1. Abschnitt) angelehnt. Entgegen dem etwas missverständlichen Wortlaut sollen diese Kriterien Zuschlagskriterien darstellen, und nicht etwa nur bei der Prüfung, ob ein Angebotspreis **unangemessen hoch** oder niedrig ist, einbezogen werden. Dies legt auch die Gesetzesbegründung nahe.¹⁸⁴

Vergabegesetz Mecklenburg-Vorpommern (VgG M-V)¹⁸⁵

Neben der wortgleichen Übernahme der bereits bekannten Regelung aus § 97 Abs. 4 S. 2 GWB bzgl. der Auftragsausführung enthält das mecklenburgisch-vorpommersche Vergabegesetz keine umwelt- oder nachhaltigkeitspezifischen Vorgaben.

Niedersächsisches Tariftreue- und Vergabegesetz (NTVergG)¹⁸⁶

Das neue niedersächsische Vergabegesetz gilt für alle öffentlichen Aufträge über Liefer-, Bau- oder Dienstleistungen im Sinne von § 99 GWB ab 10.000 Euro. Für Aufträge unterhalb der Schwellenwerte schreibt das Gesetz die entsprechende Anwendung der § 97 Abs. 1 bis 5 sowie § 100 Abs. 2 GWB vor. Es enthält zudem mit § 10 eine spezielle Vorschrift zur umweltverträglichen Beschaffung. Hiernach können öffentliche Auftraggeber bei der Festlegung der Anforderungen an die zu beschaffenden Gegenstände oder Leistungen berücksichtigen, inwieweit deren Erstellung, Lieferung, Nutzung und Entsorgung umweltverträglich erfolgt. Im Gegensatz zur Entwurfsversion¹⁸⁷, die als Soll-Vorschrift formuliert war, ist diese Vorschrift erheblich abgeschwächt. Dabei muss ein Zusammenhang mit dem Auftragsgegenstand gegeben sein und sich die Anforderung aus der Leistungsbeschreibung ergeben.

¹⁸⁴ Hess. LT Drucksache 18/6492 v. 13.11.2012, S. 23.

¹⁸⁵ V. 07.07.2011, GVOBl. M-V 2011, S. 411, zuletzt geändert durch Gesetz v. 25.06.2012 (GVOBl. M-V S. 238).

¹⁸⁶ V. 31.10.2013, Nds. GVBl. S. 259.

¹⁸⁷ Nds. Landtag Drucksache 17/259.

Tariftreue- und Vergabegesetz Nordrhein-Westfalen – (TVgG-NRW)¹⁸⁸

Das nordrhein-westfälische Tariftreue- und Vergabegesetz gilt für Aufträge über Bau- und Dienstleistungen und teils auch für Lieferleistungen (§§ 3, 17, 19) und ab einem Beschaffungswert von 500 Euro für alle öffentlichen Auftraggeber i.S.v. § 98 GWB.

Neben der auf § 97 Abs. 4 S. 2 GWB beruhenden Vorschrift des § 3 Abs. 4 TVgG NRW über zusätzliche Anforderungen für die **Auftragsausführung** beschreibt § 3 Abs. 5 TVgG NRW die Berücksichtigung von Aspekten des Umweltschutzes, der Energieeffizienz sowie von u. a. innovativen Aspekten bei der **Angebotswertung** als zulässig, wenn ein sachlicher Zusammenhang mit dem Auftragsgegenstand gegeben ist und in der Bekanntmachung des Auftrags und in den Vergabeunterlagen hinreichend deutlich hinsichtlich des Umfangs der Vorgaben und der Gewichtung dokumentiert sind, dem Auftraggeber durch ihre Festlegung keine willkürliche Entscheidung ermöglicht wird und die Grundsätze des Unionsrechts, insbesondere das Transparenz- und Gleichbehandlungsgebot sowie das Diskriminierungsverbot, beachtet werden. Gleiches gilt für die Anforderungen für die Auftragsausführung. Neben diesen allgemeinen Grundsätzen enthält das Gesetz in § 17 aber auch eine spezielle Vorschrift über **umweltfreundliche und energieeffiziente Beschaffung**. Darin werden öffentliche Auftraggeber auch für den Unterschwellenbereich verpflichtet, Kriterien des **Umweltschutzes** und der **Energieeffizienz** zu berücksichtigen (Abs. 1), wobei nach dem **Lebenszyklusprinzip** die voraussichtlichen **Betriebskosten** über die Nutzungsdauer, insb. die Energiekosten, sowie die Entsorgungskosten einzubeziehen.

Besonders hervorzuheben ist die Soll-Vorschrift des § 17 Abs. 6 TVgG-NRW, wonach der Auftraggeber in geeigneten Fällen (also bei vorliegendem Sachbezug) auch im Rahmen der **Eignungsprüfung** umweltbezogene Anforderungen aufstellen soll. Bei umweltrelevanten Bau- und Dienstleistungsaufträgen ist hier an **Umweltmanagementmaßnahmen** zu denken. Geeignet für den Nachweis der Erfüllung von Umweltmanagementnormen ist hiernach das Eco-Management and Audit Scheme (EMAS) als europäische Auszeichnung für betriebliches Umweltmanagement.

Für die Implementierung all dieser Kriterien macht der Landesgesetzgeber im Wege von **Soll-Vorschriften** genaue Vorgaben, die durch eine auf der Grundlage von § 21

¹⁸⁸ v. 10.01.2012, GV. NRW. 2012 S.17.

Abs. 4 TVgG-NRW **ministerielle Verordnung**¹⁸⁹, welche am 01.06.2013 in Kraft getreten ist, konkretisiert werden. Nachhaltigkeitsaspekte sind hiernach bei der Lieferung oder Verwendung von Waren, Geräten oder Ausrüstungen nur dann zwingend anzuwenden, wenn diese **Hauptleistungsgegenstand** der Beschaffung oder **wesentlicher Bestandteil** einer Dienst- oder Bauleistung ist. Der (freilich nicht außenrechtsverbindliche) Praxisleitfaden des Wirtschaftsministeriums führt insoweit einen Grenzwert von 20 % des Gesamtauftragswertes an¹⁹⁰. Auch unterhalb dieser Grenze finden die Nachhaltigkeitsaspekte jedoch dann Anwendung, wenn bei dem betreffenden Produkt ein Funktionszusammenhang zu Nachhaltigkeitsaspekten gegeben ist. Im Rahmen der freiwilligen Umsetzung zeigt die RVO dem Auftraggeber dann viele Möglichkeiten zur Implementierung von Nachhaltigkeitsaspekten auf: Diese können hiernach zum einen bei der Leistungsbestimmung und zum anderen grundsätzlich in allen Phasen des Vergabeverfahrens, namentlich in der Leistungsbeschreibung bei der Definition des Auftragsgegenstandes, dessen technischer Spezifikation oder als zusätzliche Ausführungsbedingung und bei der Wertung der Angebote als Eignungs- oder Zuschlagskriterium berücksichtigt werden, sofern sie bekanntgemacht worden sind (§ 2 Abs. 1 RVO TVgG-NRW).

Weiter ist die Orientierung an den Vorschriften der VgV bzgl. „energieverbrauchsrelevanter Produkte“ und den damit einhergehenden Anforderungen an die **Energieeffizienz** auch für den Unterschwellenbereich in NRW zu nennen. § 6 RVO schreibt die grundsätzliche Berücksichtigung **verbindlich** vor, eröffnet jedoch Ausnahmen, welche zu begründen sind. Auch bei der Berücksichtigung des **Lebenszykluskostenprinzips** in den Zuschlagskriterien erklärt die Verordnung die entsprechenden Vorschriften der VgV für anwendbar. Daneben bestimmt § 10 der RVO, dass bei umweltbedeutsamen Beschaffungsvorhaben grundsätzlich **Nebenangebote** zu besonders umweltfreundlichen oder energieeffizienten Varianten zuzulassen sind (**Muss-Vorschrift**). Dann sind **Wertungskriterien** vorzugeben, die es ermöglichen, die Umweltfreundlichkeit bzw. die Energieeffizienz angemessen zu berücksichtigen.

Für **Bauvorhaben** macht § 11 der RVO für die Erfüllung der Verpflichtungen zur Berücksichtigung der Umweltschutzaspekte und der Energieeffizienz folgende besondere

¹⁸⁹ RVO TVgG-NRW v. 14.05.2013, GV. NRW. S. 254.

¹⁹⁰ Leitfaden zur RVO TVgG-NRW, www.wirtschaft.nrw.de, S. 8.

Vorgaben: Bereits in der **Bauplanungsphase** kann der Auftraggeber Aspekte des nachhaltigen Bauens einbeziehen. Auch in der Ausschreibung sind entsprechende Anforderungen zu formulieren. In der **Leistungsbeschreibung** können demnach gewerkespezifische Vorgaben hinsichtlich der Dauerhaftigkeit, Instandhaltungsfreundlichkeit, Rückbaufähigkeit, Reinigungsfreundlichkeit, Gesundheits- und Umweltverträglichkeit von Bauprodukten unter Berücksichtigung der Bau-, Nutzungs- und Rückbauphase erstellt werden. Im Rahmen der Gewichtung der **Wertungskriterien** kann eine Rangfolge ökologischer und gesundheitsrelevanter Kriterien bei gleichen technisch-funktionalen Anforderungen vorgegeben und diesen ein entsprechend hoher Rang eingeräumt werden.

Auch für die ergänzenden Bedingungen zur **Auftragsausführung** (§ 3 Abs. 4 TVgG-NRW, s.o.) macht die RVO konkretere Vorgaben (§ 3 RVO TVgG-NRW). Hiernach können Nachhaltigkeitsaspekte auferlegt werden, sofern diese keine versteckten technischen Spezifikationen, Auswahl- oder Zuschlagskriterien darstellen und alle geeigneten Bieter in der Lage sind, diese Bedingungen zu erfüllen, wenn sie den Zuschlag erhalten. Vorausgesetzt es liegt ein sachlicher Bezug zum Auftragsgegenstand vor, können sich die Anforderungen auf alle Phasen des Lebenszyklus desselben erstrecken. Sofern der Auftraggeber hierauf in den Vergabeunterlagen hinweist, kann er unter bestimmten Voraussetzungen von der vertraglichen Umsetzung der besonderen Ausführungsbedingung absehen, wenn ein Bieter aufgrund der Unternehmenssituation nicht zur Erfüllung in der Lage ist.

Landestariftreuegesetz Rheinland-Pfalz (LTTG RhPf)¹⁹¹

Das vornehmlich auf Tariftreue- und Mindestentgeltbestimmungen ausgerichtete rheinland-pfälzische Tariftreuegesetz enthält Nachhaltigkeitsaspekte betreffend lediglich die bereits bekannte Wiedergabe des § 97 Abs. 4 S. 2 GWB (§ 1 Abs. 3 S. 1 LTTG RhPf).

Saarländisches Tariftreuegesetz (STTG)¹⁹²

Im Saarland sollen seit März 2013 öffentliche Auftraggeber im Rahmen von Liefer-, Bau- und Dienstleistungsaufträgen ab einem geschätzten Auftragswert von 25.000 Euro dafür Sorge tragen, dass bei der Herstellen, Verwendung und Entsorgung von Gü-

¹⁹¹ v. 01.10.2010, GVBl. S. 426.

¹⁹² v. 06.02.2013, Amtsbl. I (2013), S. 84.

tern sowie durch die Ausführung der Leistung bewirkte Umweltauswirkungen gering gehalten werden (§ 12 STTG). Dafür dürfen bei Bedarfsermittlung, Leistungsbeschreibung und Zuschlagserteilung entsprechende Anforderungen aufgestellt werden und angemessen berücksichtigt werden sowie für die Auftragsausführung ergänzende Verpflichtungen ausgesprochen werden.

Dem Abänderungsantrag der Fraktionen B90/Grüne und PIRATEN,¹⁹³ der weitaus ausführlichere und verbindlichere Regelungen hinsichtlich der Implementierung von **Lebenszyklusaspekten** in Anlehnung an die Vorschriften anderer Länder forderte, wurde nicht umgesetzt.

Landesvergabegesetz Sachsen-Anhalt (LVG LSA)¹⁹⁴

Ab einem geschätzten Auftragswert von 50.000 Euro bei Bauaufträgen und von 25.000 Euro bei Liefer- und Dienstleistungsaufträgen gilt in Sachsen-Anhalt für den Unterschwellenbereich Folgendes: Zusätzliche Bedingungen an die **Auftragsausführung** i.S.v. § 97 Abs. 4 S. 2 GWB dürfen durch den öffentlichen Auftraggeber nur an Auftragnehmer mit mindestens 25 Arbeitnehmern gestellt werden (§ 4 Abs. 1 LVG LSA). Für die Praxis dürfte dies ähnlich wie in NRW zu lösen sein, und zwar durch die Formulierung der Bedingung unter Festlegung der Ausnahme für kleinere Unternehmen. Wenn dadurch zusätzliche Energieeinsparungen erzielt werden können, ist auch die Berücksichtigung von **Umweltbelangen** zulässig (§ 4 Abs. 4 LVG LSA). Genauere Vorgaben enthält das Gesetz hier nicht, die Begründung des Gesetzentwurfes nennt als Umsetzungsmöglichkeiten aber die Festlegung von Anforderungen in den Leistungsbeschreibungen, die Benennung von technischen Spezifikationen sowie die Festlegung von Zuschlagskriterien, wobei insbesondere die **Lebenszykluskosten** und die **Energieeffizienz** zu berücksichtigen sind¹⁹⁵. § 4 Abs. 5 LVG LSA enthält die aus Art. 23 Abs. 6 VKR entnommene Vorschrift zu Umweltgütezeichen. Für die formale Eignungswertung hebt § 7 Abs. 2 LVG LSA ausdrücklich einen **Ausschlussgrund** hervor,

¹⁹³ v. 31.01.2013, LTag Drucksache 15/336, S. 3 f.

¹⁹⁴ v. 19.11.2012, GVBl. LSA 2012, 536, zuletzt geändert durch § 1 ÄndG v. 30.07.2013, GVBl. LSA S. 402.

¹⁹⁵ LT LSA Drucksache 6/644, S. 21.

der jedoch auch in den Vergabeordnungen¹⁹⁶ bereits enthalten ist: Es sollen keine Aufträge an Unternehmen vergeben werden, die in der Vergangenheit gegen eine Vorschrift des Umweltrechts verstoßen haben. Zudem können auch in Sachsen-Anhalt bei umweltrelevanten Aufträgen Umweltbelange bei der **Eignungswertung** Berücksichtigung finden, indem für die technische Leistungsfähigkeit Vorgaben wie die Angabe von Umweltmanagementmaßnahmen inkl. Vorlage einer Bescheinigung gemacht werden (§ 7 Abs. 3 LVG LSA). Die EMAS-Zertifizierung für die Beurteilung der technischen Fachkunde wird in Abs. 4 besonders hervorgehoben. Bei der Angebotswertung sollen gem. § 8 LVG LSA die in § 4 genannten Umweltkriterien wie Lebenszykluskosten und Energieeffizienz, sofern bekanntgemacht, als **Zuschlagskriterien** berücksichtigt werden. Ausdrücklich bezieht sich dies jedoch nur auf den seltenen Fall, dass Angebote ohne Berücksichtigung dieser Kriterien gleichwertig sind. Dass die genannten Kriterien auch bei der Gleichwertigkeitsprüfung bereits berücksichtigt werden können, was einen deutlich größeren Anwendungsbereich zur Folge hätte, kann allenfalls in die Formulierung des S. 1 hineingelesen werden¹⁹⁷.

Eine hervorzuhebende Besonderheit ist des Weiteren, dass das Vergabegesetz mit § 9 Abs. 2 bei geeigneten umweltbedeutsamen Aufträgen dem Auftraggeber die Möglichkeit gibt, bei gegebenem Sachzusammenhang einen Nachweis darüber zu verlangen, dass bestimmte **Umweltmanagementmaßnahmen** bei der **Ausführung des konkreten Auftrags** ergriffen werden.

Sächsisches Vergabegesetz (SächsVergabeG)¹⁹⁸

In Sachsen ist der Versuch der Implementierung von Umweltkriterien in das Landesvergabegesetz 2013 weitgehend gescheitert. Einzig in dem Prüfschema der Anlage 1) des Gesetzes, das gem. § 5 Abs. 1 bei der Angebotswertung zu berücksichtigen ist, werden die auch im Oberschwellenbereich bei der Wirtschaftlichkeitsprüfung verwendbaren Kriterien wie Betriebs- und Folgekosten, Wartungskosten als mögliche **Zu-**

¹⁹⁶ Umweltstraftaten und u.U. Umweltordnungswidrigkeiten fallen laut Heyne, LKV 2013, 158 (159) unter den Ausschlussgrund der „schweren Verfehlung“ in § 6 Abs. 3 Nr. 2 S. 1 lit. g) VOB/A, § 6 Abs. 5 lit. c VOL/A. Vgl. Vorb. 43) der VKR.

¹⁹⁷ Heyne, LKV 2013, 158 (161).

¹⁹⁸ v. 14.02.2013, GVBl/5 201302, S. 109.

schlagskriterien benannt. Der Gesetzentwurf der Fraktion Bündnis 90/Die Grünen¹⁹⁹ der neben seinen Vorschriften zur umweltgerechten und energieeffizienten Beschaffung, Umweltmanagementsystemen, Ausschluss wegen Straftaten gegen die Umwelt u. a. auch die Pflicht zur Einbeziehung der Lebenszykluskosten bei der Wirtschaftlichkeitsprüfung und damit verbindliche Vorgaben für die Minimierung der ökologischen Folgekosten enthielt, wurde abgelehnt.

Tariftreue- und Vergabegesetz Schleswig-Holstein (TTG Schl.-H.)²⁰⁰

Das erst am 01.08.2013 in Kraft getretene schleswig-holsteinische Vergabegesetz beinhaltet den allgemeinen Grundsatz, dass in jeder Phase des Vergabeverfahrens **ökologische Aspekte** angemessen berücksichtigt werden „sollten“ (§ 3 TTG Schl.-H.). Ein Abweichen hiervon ist also zulässig, muss dann aber im Vergabevermerk begründet werden. Auch bei der an § 97 Abs. 4 S. 2 GWB angelehnten Regelung über zusätzliche Anforderungen an die Auftragsausführung ist durch die explizite Benennung von **Umweltschutz- und Energieeffizienzaspekten** eine besondere Orientierung in diese Richtung erkennbar. Dies gilt auch unterhalb des grundsätzlichen Geltungsbereiches des Gesetzes für Aufträge mit einem geschätzten Wert von 15.000 Euro. Für Aufträge mit einem Wert oberhalb dieses Grenzwertes schreibt § 17 TTG Schl.-H. dann Genaueres für die Umsetzung dieser Grundsätze vor. Zum einen ist hier eine Pflicht zur Berücksichtigung der genannten Aspekte enthalten. Für Liefer-, Dienstleistungs- und Bauaufträge, die **energieverbrauchsrelevante** Waren, technische Geräte oder Ausrüstungen zum (wesentlichen) Gegenstand haben, wird die Benennung entsprechender Leistungs- und Funktionsanforderungen (Mindestanforderungen) in der **Leistungsbeschreibung** vorgeschrieben (§ 17 Abs. 2 S. 2 TTG Schl.-H.). Zudem können von den Bietern in den Vergabeunterlagen konkrete **Angaben zum Energieverbrauch** gefordert werden, auch diese Vorgabe ist im Gegensatz zu ihrem Korrelat in der VgV hier weicher ausgestaltet. Als Soll-Vorschrift wird sodann aber bei der **Angebotswertung** die angemessene Berücksichtigung der **Entsorgungskosten** und insbesondere der voraussichtlichen **Betriebskosten** über die gesamte Nutzungsdauer (unter Berücksichtigung des **Lebenszyklusprinzips**) und der Kosten für den **Energieverbrauch** vorgeschrieben (Soll-Vorschrift). Insoweit geht dies inhaltlich über die Anforderungen

¹⁹⁹ v. 27.04.2012, Drucks. 5/9002.

²⁰⁰ v. 31.05.2013, GS Schl.-H. II, Gl.Nr. 7220-2.

der VgV hinaus, eröffnet dem Auftraggeber aber auch ein größeres Ermessen als die dortige Muss-Vorschrift. Weiter sind Regelungen bzgl. Umweltzeichen und zusätzlicher Auftragsbedingungen enthalten § 17 Abs. 3, 4 TTG Schl.-H.).

Thüringer Vergabegesetz (ThürVgG)²⁰¹

Bei Bauaufträgen mit einem geschätzten Auftragswert von 50.000 Euro und Liefer- und Dienstleistungsaufträgen mit einem geschätzten Auftragswert von 20.000 Euro haben öffentliche Auftraggeber in Thüringen das bereits im Jahr 2011 erlassene Vergabegesetz zu beachten. § 4 stellt klar, dass bei gegebenem Sachzusammenhang **ökologische Belange** auf allen Stufen des Vergabeverfahrens, namentlich bei der Definition des Auftragsgegenstands, dessen technischer Spezifikation, der Auswahl der Bieter, der Erteilung des Zuschlags und den Bedingungen für die Ausführung des Auftrags berücksichtigt werden können. Dementsprechend werden in den folgenden (Kann-)Vorschriften diese Möglichkeiten näher beschrieben. Neben dem auch in Thüringen geltenden **Ausschlussgrund** des Verstoßes gegen umweltrechtliche Vorschriften gibt es hier keine gegenüber den bisherigen Ausführungen nennenswerten Besonderheiten. Das ministerielle Rundschreiben zur Anwendung des Vergabegesetzes enthält im Übrigen die Feststellung, dass **Nebenangebote** u. a. zur Förderung von Umweltverträglichkeit beitragen können²⁰². Die Thüringer Richtlinie zur Vergabe öffentlicher Aufträge²⁰³ geht in dieser Hinsicht noch weiter und schreibt in Ziff. 2.1 vor, dass das Einreichen von Nebenangeboten aus diesem Grund **nicht ausgeschlossen** werden soll.

9.2.2.4 Kommunalebene

Auf kommunaler Ebene sollen die kommunalen Vergabeordnungen bzw. Vergabehandbücher eine einheitliche Durchführung von Beschaffungsmaßnahmen sicherstellen. Diese beschränken sich jedoch in der Regel auf eine Auflistung der anwendbaren Regularien und eine summarische Wiedergabe der wichtigsten Vorschriften. Teilweise enthalten sie zwar auch Vorgaben zur nachhaltigen Beschaffung (Beispiel: Es „sind Erzeugnisse zu berücksichtigen, die sich durch Langlebigkeit, Reparaturfreundlichkeit

²⁰¹ v. 18.04.2011, GVBl. 2011, 69, zuletzt geändert durch Art. 7 G zur Änderung der Kommunalordnung und anderer Gesetze v. 23.07.2013, GVBl. S. 194.

²⁰² Rundschreiben zur Anwendung des Thüringer Vergabegesetzes und der Thüringer Richtlinien zum Öffentlichen Auftragswesen v. 11.04.2011, Az.: 3288/2011-027-WE, Nr. 4.

²⁰³ Thür. StAnz. Nr. 28/2010, S. 260.

oder Verwertbarkeit auszeichnen (...) ²⁰⁴.“ Diese vagen Vorgaben können aber aufgrund des Fehlens detaillierterer Maßgaben zur Umsetzung kaum mehr als eine Absichtserklärung sein.

9.2.3 Sektorenbereich

Für Aufträge, die der Ausübung einer Sektorentätigkeit dienen, gelten allgemein niedrigere Anforderungen. Dies ist auch hinsichtlich von Nachhaltigkeitsaspekten so. Die wenigen bestehenden Unterschiede zu klassischen Vergaben werden im Folgenden kurz dargestellt.

Sektorenrichtlinie (SKR)

Die europäischen Vorschriften für Auftraggeber im Bereich der Wasser-, Energie- und Verkehrsversorgung sowie der Postdienste unterscheiden sich im Hinblick auf die Berücksichtigung von Nachhaltigkeitsbelangen und Lebenszykluskriterien nicht von denen für klassische Auftraggeber.

GWB

Das GWB stellt keine sektorenspezifischen Anforderungen hinsichtlich einer LZK-Berücksichtigung auf. Jedoch haben Auftraggeber im Sektorenbereich gem. § 101 Abs. 7 S. 2 GWB die freie Wahl zwischen offenem -, nicht offenem - und Verhandlungsverfahren; der wettbewerbliche Dialog steht hier nicht zur Verfügung.

Sektorenverordnung (SektVO)

Die Sektorenverordnung gilt nur für Aufträge oberhalb der in § 1 Abs. 2 SektVO in Bezug genommenen Schwellenwerte. Mit § 7 Abs. 4 SektVO wurden die schon im Rahmen der VgV beschriebenen Vorgaben der Energieeffizienzrichtlinie umgesetzt. Vom Bieter sind Angaben zum **Energieverbrauch** zu fordern. Bei Bauleistungen sind diese Angaben dann zu fordern, wenn die Lieferung technischer Geräte und Ausrüstungen Bestandteil der Bauleistungen ist. In geeigneten Fällen ist eine Analyse minimierter **Lebenszykluskosten** oder eine vergleichbare Methode zur Gewährleistung der Wirtschaftlichkeit zu fordern. Im Vergleich zur VgV fehlt also für Sektorenauftraggeber die

²⁰⁴ Exemplarisch: Vergabeordnung der Gemeinde Neunkirchen-Seelscheid in Nordrhein-Westfalen v. 26.01.2012, § 6 Nachhaltige Beschaffung.

Maßgabe, in der Leistungsbeschreibung **technische Spezifikationen** bezüglich der Energieeffizienz zu formulieren. Eine Ausnahme hiervon gilt für die Beschaffung von Straßenfahrzeugen, bei der gem. § 7 Abs. 5 SektVO Energieverbrauch und Umweltauswirkungen zu berücksichtigen sind. Absatz 6 der Vorschrift legt dann fest, dass dies entweder durch die Definition von entsprechenden Vorgaben in der Leistungsbeschreibung zu geschehen hat oder durch die Formulierung entsprechender Zuschlagskriterien. § 7 Abs. 9 SektVO betrifft die Festlegung von **Umwelteigenschaften** in der Leistungsbeschreibung und stimmt mit den entsprechenden Regelungen der § 7 EG Abs. 7 VOB/A, § 8 EG Abs. 5 VOL/A überein. § 23 Abs. 2 SektVO (Umweltmanagementnormen) entspricht § 6 EG Abs. 9 VOB/A, § 7 EG Abs. 11 VOL/A. § 29 SektVO enthält wie im klassischen Bereich der VOB/A, VOL/A eine nicht abschließende Auflistung der möglichen **Zuschlagskriterien**, die auch hier u. a. die Kriterien Betriebskosten, Rentabilität und Umwelteigenschaften beinhaltet. Die Berücksichtigung des Energieverbrauchs bei technischen Geräten und Ausrüstungen enthält die SektVO, anders als die VgV, nur als Kann-Vorschrift. Sie zeigt also eine Möglichkeit auf, die ohnehin besteht, ohne dazu zu verpflichten. Bei Bauleistungen darf der Energieverbrauch nur dann als Zuschlagskriterium berücksichtigt werden, wenn die betreffenden Waren wesentlicher Bestandteil sind, was eine weitere Parallele zur VgV darstellt. Im Grunde sind also die Vorgaben für Sektorenauftraggeber an diejenigen für klassische Auftraggeber angelehnt.

Im Anhang 5 der SektVO²⁰⁵ wird – allerdings für Straßenfahrzeuge – eine Berechnungsmethode der über die Lebensdauer anfallenden Betriebskosten dargestellt, welche freilich für Bauleistungen nicht unmittelbar heranziehbar ist, aber dennoch einige allgemeine Anhaltspunkte zu geben vermag. Hiernach legt der Auftraggeber im Voraus eine prognostizierte Lebensdauer fest.

Die für LZ-Ausschreibungen relevanten Unterschiede zu klassischen Auftragsvergaben sind schnell skizziert: Der Sektorenauftraggeber hat einerseits größere Freiheit bei der Verfahrenswahl (§ 101 Abs. 7 Satz 2 GWB und § 6 Abs. 1 SektVO), auf der anderen Seite fehlt aber hier das Verfahren des wettbewerblichen Dialogs. Dafür kann wieder-

²⁰⁵ In Umsetzung des Anhangs der Richtlinie 2009/33/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. April 2009 über die Förderung sauberer und energieeffizienter Straßenfahrzeuge, ABl. Nr. L 120 S. 5, ABl. Nr. L 173 S. 15 ABl. Nr. L 37 S. 30, Celex-Nr. 3 2009 L 0033.

rum das Verhandlungsverfahren ausgeweitet werden. Außerdem gibt es hier kein ausdrückliches Verbot ungewöhnlicher Risiken.

Das Verständnis der SektVO muss jedoch trotz möglicherweise fehlenden ausdrücklichen Regelungen immer auch dadurch geprägt sein, dass bestimmten Grundsätzen bereichsübergreifende Geltung zugesprochen wird. So hat zum Beispiel das OLG Düsseldorf kürzlich Folgendes klargestellt: Die Forderung, dass Auftraggeber erst dann ausschreiben sollen, wenn alle Vergabeunterlagen fertiggestellt sind und innerhalb der angegebenen Fristen mit der Ausführung begonnen werden kann (Vergabereife), findet sich zwar nicht in der SektVO, aber in § 2 EG Abs. 5 VOB/A. Diese Vorschrift dient dem Schutz der interessierten Unternehmen. Das OLG Düsseldorf sieht Vergabereife deshalb als „einen Umstand, der vom Auftraggeber in jedem Vergabeverfahren vor der Ausschreibung (...) herzustellen ist, gleichviel, welchem Rechtsregime das Verfahren unterliegt und ob die jeweilige Verfahrensordnung (...) dies ausdrücklich bestimmt²⁰⁶.“ Auftraggeberpflichten mit Grundsatzcharakter sind also auch im Sektorenbereich aus dem klassischen Bereich herzuleiten und analog der entsprechenden Regelungen anzuwenden.

9.2.4 Verteidigung und Sicherheit

Auch das Verteidigungsministerium hat die ihm unterstehenden Bundesbehörden dem 2008 beschlossenen Ziel der Innovationsorientierung des Beschaffungswesens verpflichtet. Laut dem Umsetzungsbericht zur Innovationsorientierung²⁰⁷ ist bei der Bundeswehr die Energieeffizienz der beschafften Produkte ohnehin seit langer Zeit Bestandteil der Entwicklungsbemühungen. Auch die Berücksichtigung von Lebenszykluskosten sollte noch verstärkt werden. Diese Bemühungen mögen auch im Zuge der Neuausrichtung der Bundeswehr weiterhin Bestand haben. Die neuen Regelwerke für Vergaben im Verteidigungs- und Sicherheitsbereich zeigen in diese Richtung jedoch wenige Ambitionen.

Die Richtlinie 2009/81/EG über die Koordinierung der Verfahren zur Vergabe bestimmter Bau-, Liefer- und Dienstleistungsaufträge in den Bereichen Verteidigung und Si-

²⁰⁶ OLG Düsseldorf, Beschl. v. 27.11.2013 – VII-Verg 20/13, BeckRS 2013, 21856.

²⁰⁷ S.o. Fn. 17, S. 4.

cherheit trat im August 2009 in Kraft und wurde vom deutschen Gesetzgeber in der VSVgV (seit 19.07.2012 in Kraft) umgesetzt. Diese stellen für die betreffenden Aufträge eigene Vergabevorschriften auf, die den Sicherheitsanforderungen im Verteidigungsbe- reich gerecht werden sollen. Der Fokus dieser Regelungswerke liegt also denkbar weit entfernt vom Nachhaltigkeitsgedanken, so dass hier bis auf die auch in den übrigen Bereichen genannten möglichen Zuschlagskriterien der Betriebskosten, Rentabilität, Lebenszykluskosten und Umwelteigenschaften (§ 34 Abs. 3 S. 2 VSVgV) keine LZK- relevanten Vorschriften enthalten sind.

9.3 Berücksichtigung von Lebenszykluskriterien bei Planung, Ausschreibung und Vergabe

Wie einleitend kurz dargestellt, ist die Implementierung von Lebenszykluskriterien in den verschiedensten Phasen der Ausschreibung und des Vergabeverfahrens möglich. Da der Ausgang eines Vergabeverfahrens jedoch von seiner Vorbereitung und maß- geblich der Ausarbeitung der Vergabeunterlagen abhängt, ist stets der Einsatz des Auftraggebers vor allem in der Anfangsphase des Vergabeverfahrens gefragt. Bereits mit der Definition des Auftragsgegenstandes hat der Auftraggeber grundlegende Ent- scheidungen in der Hand, die die Ausgestaltung des Vergabeverfahrens maßgeblich beeinflussen. Wie der Auftraggeber dann genau vorgeht und welche Pflichten er zu er- füllen hat, hängt von der Verfahrensart ab. Bei der Erstellung der Vergabeunterlagen gibt es für den Auftraggeber dann unterschiedlichste Möglichkeiten, den Inhalt der er- warteten Angebote und damit den Ausgang des Vergabeverfahrens zu dirigieren. Die technischen Anforderungen z. B. an die Energieeffizienz werden in der Leistungsbe- schreibung formuliert, die ggf. auch Regelungen zu Bedarfspositionen und Nebenan- geboten enthält. Die Eignung der Bewerber-/Bieterunternehmen wird durch die Eig- nungskriterien abgefragt; im Rahmen der Zuschlagskriterien und den Einzelheiten ihrer Wertung kann der Auftraggeber bestimmen, worauf es ihm bei den Angeboten inhalt- lich ankommt. Auch auf die Art und Weise der Auftragsausführung kann der Auftragge- ber (im Vorhinein) Einfluss nehmen. Die Möglichkeiten der Umsetzung von Nachhaltig- keits- und Lebenszyklusaspekten werden im Folgenden im Detail behandelt.

9.3.1 Allgemeine Grundsätze

9.3.1.1 Das Gebot der Wirtschaftlichkeit und Sparsamkeit bei der Bedarfsfeststellung

Bevor ein etwaiges Vergabeverfahren eingeleitet wird, steht am Beginn des Beschaffungsprozesses eines öffentlichen Auftraggebers die Bedarfsfeststellung. Die Überlegungen, die die öffentliche Hand bei der Feststellung der Möglichkeiten zur Deckung ihres Bedarfs anzustellen hat, sind stark haushaltsrechtlich geprägt. Der Auftraggeber ist nämlich bei seiner gesamten Verwaltungstätigkeit durch das Haushaltsrecht zu einem möglichst schonenden und wirtschaftlichen Handeln mit den ihm anvertrauten Ressourcen – den Steuermitteln – verpflichtet. Das Gebot der Wirtschaftlichkeit und Sparsamkeit als elementarer Grundsatz des Haushaltsrechts ergibt sich aus der Bundeshaushaltsordnung und ist ebenso in allen Landeshaushaltsordnungen verankert (§ 7 BHO und zum Beispiel § 7 HessHO). Die Vorschrift verpflichtet daneben zur Durchführung einer Wirtschaftlichkeitsuntersuchung bei jeglichen finanzwirksamen Maßnahmen, die die Aufstellung und Ausführung des Haushaltsplanes betreffen. Eine finanzwirksame Maßnahme ist „ein auf der Grundlage eines verantwortlichen Entscheidungsprozesses beruhendes Handeln der Verwaltung, mit dem innerhalb einer begrenzten Zeitspanne ein vorab definiertes Ziel erreicht werden soll und die sich in der Regel dadurch auszeichnet, dass ihre Umsetzung einen bestimmten, abgrenzbaren Mitteleinsatz erfordert“²⁰⁸.“ Unter anderem Investitions- und Beschaffungsvorhaben fallen hierunter. Durch Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen in der Planungsphase werden die voraussichtlichen Ein- und Auszahlungen dargestellt. Wesentlicher Bestandteil der Wirtschaftlichkeitsuntersuchung muss daher eine Lebenszykluskostenanalyse sein. Die Lebenszykluskosten spielen an dieser Stelle im Beschaffungsprozess zum ersten Mal eine Rolle. Wie hoch aber beispielsweise die Energiekosten einzelner Produkte sind, wird der Auftraggeber oft erst im Laufe des Vergabeverfahrens durch die Angaben der Bieter erfahren, so dass er sich ggf. nicht schon vorher auf bestimmte Ausführungsarten festlegen kann. Andererseits zeigen die Pilotierungsprojekte, dass in vielen Fällen die vorgeschaltete Untersuchung der Lebenszykluskosten auch aus anderen Gründen besser ist.

²⁰⁸ Engels, Anforderungen an Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen finanzwirksamer Maßnahmen nach §7 BHO, Schriftenreihe des Bundesbeauftragten für Wirtschaftlichkeit in der Verwaltung, Band 18, S. 14.

9.3.1.2 Der Grundsatz der Gesamtvergabe

Gem. § 97 Abs. 3 S. 2 GWB, § 5 EG Abs. 2 S. 2 VOB/A, § 2 EG Abs. 2 S. 2 VOL/A sind Leistungen in der Menge aufgeteilt (Teillose) und getrennt nach Art oder Fachgebiet (Fachlose) zu vergeben. Mehrere Teil- oder Fachlose dürfen zusammen vergeben werden, wenn wirtschaftliche oder technische Gründe dies erfordern. Die fachliche Aufteilung des Gesamtauftrags in Gewerbezweige²⁰⁹ und die mengenmäßige Aufteilung dienen der Mittelstandsförderung; eine Ausschreibung als Gesamtauftrag stellt eine zu begründende Ausnahme dar. Auftraggeber von Bauprojekten haben diese also im Regelfall gewerkeweise auszuschreiben. Die Einzellosvergabe bietet dem Auftraggeber die Möglichkeit, jeweils rechtlich selbstständige Verträge bzgl. einzelner Gewerke abzuschließen und sorgt damit für eine größere Flexibilität²¹⁰. Die entstehenden Schnittstellen bringen aber auch erhöhten Koordinierungsaufwand mit sich. Eine Abweichung von dem Grundsatz der Losvergabe kann nur durch konkrete wirtschaftliche oder technische Ursachen gerechtfertigt sein. Dem Auftraggeber steht hier ein Beurteilungsspielraum zu, er hat eine sorgfältige Interessenabwägung vorzunehmen. Die für eine zusammenfassende Vergabe sprechenden Gründe müssen dabei nicht nur anerkanntenswert sein, sondern überwiegen²¹¹. Die Vergabe des Gesamtauftrags an einen Generalunternehmer (der wesentliche Teile der Bauleistungen selbst ausführt) oder einen Generalübernehmer (welcher, ohne selbst Bauleistungen zu erbringen, die Koordination der Ausführungsarbeiten übernimmt) ist also nur bei Vorliegen der o.g. Gründe zulässig.

Die Ausschreibung „angehängter“ Wartungsleistungen

Will der Bauherr Wartungsleistungen für das fertige Bauwerk mit ausschreiben, ergibt sich daraus möglicherweise ein Spannungsfeld zu der separaten Ausschreibung von Facility Management-Dienstleistungen. In der Regel steht der Auftraggeber vor der Wahl, zunächst die Erstellung des Bauwerkes auszuschreiben und im Anschluss gegebenenfalls Facility Management-Dienstleistungen zur Verwaltung und Bewirtschaftung desselben, oder Dienstleistungen wie die Wartung mit der Erstellung gemeinsam auszuschreiben. Der letztgenannte Fall kann sowohl bei einer Gesamtvergabe an ei-

²⁰⁹ Frenz, in: Willenbruch/Wieddekind, § 97 GWB Rn. 21.

²¹⁰ Stoye, in: Franke/Kemper/Zanner/Grünhagen, § 5 EG Rn. 33.

²¹¹ OLG Düsseldorf, B. v. 08.09.2011 - Az.: VII-Verg 48/11.

nen Generalunter- oder -übernehmer eintreten als auch bei einer in Gewerke aufgeteilten Losvergabe.

Grundsätzlich ist es üblich, Wartungsleistungen zusammen mit Bauleistungen zu vergeben. Gerade bei einer Lebenszyklusbetrachtung machen die Wartungsleistungen sich als regelmäßig auftretende Kosten während der gesamten Lebensphase des Bauwerks ab Fertigstellung bemerkbar und beeinflussen maßgeblich die Gesamtkosten. Wie hoch die Wartungskosten für einzelne Bauteile sind, ist von hoher Bedeutung bei der Zuschlagsentscheidung.

Es stellt sich dann die Frage, ob ein solches Vorgehen in Widerspruch zum Grundsatz der Mittelstandsförderung steht. Wie oben erläutert, bedarf ein Abweichen vom Grundsatz der Losvergabe wirtschaftlicher oder technischer Gründe. Als Argument für eine Ausschreibung der Wartungsleistungen bereits gemeinsam mit der Errichtung des Bauwerks (anstatt danach als gesonderte Ausschreibung) kann der Auftraggeber vorgelagert das o.g. Argument der lebenszyklusorientierten Kostenbetrachtung heranziehen, die eine detaillierte Kenntnis der Wartungspreise bereits bei der Zuschlagserteilung für den Bauauftrag unerlässlich macht. Die Wartungsleistungen müssten dann bei einer Gesamtvergabe durch den Generalunter- / -übernehmer mit angeboten werden und bei einer wie in den Pilotprojekten vorgenommenen losweisen Vergabe vom Anbieter des entsprechenden Gewerkes. Der Auftraggeber hat dann auch zu begründen, warum die Wartungsleistungen nicht in einem eigenen Los ausgeschrieben werden. Im Bereich der Wartungsleistungen wurde entschieden, dass eine Ausnahme vom Grundsatz der Losvergabe aus technischen Gründen dann vorliegen kann, wenn für die Wartung eines Gebäudes spezifische Kenntnisse notwendig sind, die nur bei dem Unternehmen vorhanden sind, das das Gebäude errichtet hat²¹².

Eine Besonderheit wurde bei dem Bauprojekt des Umweltbundesamtes verwirklicht. Üblich ist es, die angehängten Wartungsleistungen im Pauschalpaket auszuschreiben. Bei einer gewerkeweisen Ausschreibung differenziert sich dies zunächst aus, sodass Gewährleistung und entsprechende Wartung sich phasenweise nach den einzelnen Gewerken richten. Und weiter: Bei einer bauteilorientierten Ausschreibung, bei der wartungsrelevante Faktoren sich erst aus den Eintragungen der Bieter ergeben (ein ener-

²¹² VK Nordbayern, Beschl. v. 16.04.2008 - 21.VK-3194-14/08, IBR 2008, 1240.

gieverbrauchsarmes Produkt kann höhere Wartungsansprüche mit sich bringen), sind die Wartungsleistungen bauteilgenau auszuschreiben und zu bepreisen. Denn als wesentlicher Bestandteil der Lebenszykluskostenberechnung wirken sich die Wartungskosten auf die Wirtschaftlichkeitskalkulation des Auftraggebers bezüglich jedes Bauteils aus. Eine Wartungspauschale ist in dem Fall nicht praktikabel und würde sich kontraproduktiv auf Nachhaltigkeitsbemühungen auswirken. Die detaillierte Auflistung einzelner Bauteile für die Berechnung der Wartungskosten durch die Bieter kommt jedoch einer separaten Ausschreibung von Facility Management-Dienstleistungen sehr nahe, bei der auf die gleiche Weise vorgegangen wird. Wie jedoch die Wartungsleistungen ausgeschrieben werden, ob als pauschale Leistung oder bauteilspezifisch, kann keine Auswirkungen auf die Beurteilung der Zulässigkeit der Gesamtvergabe haben. Ist einmal bejaht, dass der Auftraggeber entgegen dem Grundsatz der Losvergabe die Wartungsleistungen an den jeweiligen Anbieter der Hauptleistung vergeben darf, spielt keine Rolle, ob die Ausschreibung der Wartungsleistungen einem typischen FM-Vertrag ähnelt.

9.3.1.3 Projektanten bei der lebenszyklusorientierten Produktinformation in HOAI-Phase 5

Eine gravierende Schwierigkeit bei der Projektplanung stellt aber die sogenannte Projektanten-Problematik dar. Aus Architekten- und Ingenieursicht fallen in den Planungsabschnitt nämlich die Leistungsphasen 1 bis 6 der HOAI und damit auch die Phase 5 (Ausführungsplanung). In dieser Phase findet in dem Forschungsmodell anhand der bauteilbezogenen Ermittlung von Lebenszyklusqualitäten die Auswahl geeigneter Produkte mit Effizienzvorteilen statt. Hierbei sind Partner aus der Industrie unerlässlich. Diese externen Partner (Projektanten) haben jedoch auch meist Interesse an einer Teilnahme am dann folgenden Vergabeverfahren. Die Vergabeordnungen schreiben jedoch vor, dass der Auftraggeber im Falle der Beratung oder Unterstützung durch einen späteren Bieter oder Bewerber vor Einleitung des Vergabeverfahrens Wettbewerbsverfälschungen zu verhindern hat (s. § 6 EG Abs. 7 VOB/A, § 6 EG Abs. 7 VOL/A). Unternehmen, die bei der Ausführungsplanung mit dem Auftraggeber kooperieren, wird dadurch die Teilnahme am Wettbewerb erschwert, was im Umkehrschluss mögliche Kooperationspartner aus der freien Wirtschaft von einer Zusammenarbeit vor dem Vergabeverfahren abhalten kann. Dabei sprechen die Vergabeordnungen kein generelles Verbot der Kooperation aus – der Auftraggeber hat aber sicherzustellen, dass das Unternehmen aus der Kooperation keine Wettbewerbsvorteile im späteren

Vergabeverfahren zieht. Ist eine Wettbewerbsverzerrung möglich, hat der Auftraggeber diese zu beheben oder anderenfalls den betreffenden Wirtschaftsteilnehmer vom Verfahren auszuschließen.

Eine Wettbewerbsverfälschung kann zum Beispiel dadurch entstehen, dass der Kooperationspartner durch die beratende/unterstützende Tätigkeit über einen Informationsvorsprung verfügt oder in die Lage gelangt, das Vergabeverfahren bei der Vorbereitung der Erstellung der Leistungsbeschreibung so zu beeinflussen, dass es ihn einseitig begünstigt²¹³. Nach der Vorstellung des Gesetzgebers ist dies insbesondere dadurch zu verhindern, dass der Auftraggeber einen etwaigen Informationsvorsprung ausgleicht, indem er allen Teilnehmern die gleichen Informationen zur Verfügung stellt. Greift der Auftraggeber im Vorfeld des Vergabeverfahrens auf externe Leistungen von Wirtschaftsteilnehmern zurück, sollte er daneben in jedem Fall sicherstellen, dass die Entscheidung über die Details der Leistungsbeschreibung nach objektiven Kriterien getroffen wird. Jeder Anschein einer einseitigen Einflussnahme durch den Kooperationspartner ist zu vermeiden. Da dem Projektanten bei einem drohenden Ausschluss von dem Vergabeverfahren die Möglichkeit offensteht, im Einzelfall nachzuweisen, dass seine vorherige Beteiligung nicht zu einer Wettbewerbsverfälschung geführt haben kann²¹⁴, ist auch hier schon Augenmerk auf die Dokumentation zu legen.

Dennoch hat die Vorschrift Abschreckungscharakter gegenüber spezialisierten, sachverständigen Unternehmen, die sich eine Teilnahme am Vergabeverfahren nicht verschmerzen wollen. Wie unter Kap. 9.4 dargestellt wird, hat der EU-Richtliniengesetzgeber diesem Problem durch die Einführung eines neuen Vergabeverfahrens, der Innovationspartnerschaft, Rechnung getragen. Wünschenswert wäre es jedoch, wenn die bestehenden Regelungen der Vergabeordnungen auch im Rahmen der herkömmlichen Vergabeverfahren die Beteiligung von Projektanten im Sinne der Innovations- und damit Nachhaltigkeitsförderung erleichtern und die bestehende Rechtsunsicherheit beheben würden.

²¹³ Vgl. die Gesetzesbegründung zur Einführung der gleichlautenden Vorgängervorschrift § 4 Abs. 5 VgV, BT-Dr 15/5668, S. 11.

²¹⁴ EuGH, Urt. v. 03.03.2005 - verb. Rs. C-21/03 und C-34/03, NZBau 2005, 351 (354) („Fabricom“).

9.3.1.4 Keine Ausschreibung zur Markterkundung

§ 2 EG Abs. 4 VOB/A bestimmt: „Die Durchführung von Vergabeverfahren zum Zwecke der Markterkundung ist unzulässig.“ Gleichzeitig verpflichtet der Grundsatz der sparsamen Haushaltsführung den öffentlichen Auftraggeber jedoch, sich vor Einleitung eines Vergabeverfahrens über die aktuellen Entwicklungen am Markt zu informieren. Der scheinbare Widerspruch ist schnell aufgelöst: Hauptaussage der oben zitierten Vorschrift ist, dass der Auftraggeber ein Vergabeverfahren nur durchführen darf, wenn es ernsthaft auf das Ziel der Auftragserteilung gerichtet ist²¹⁵. Der Auftraggeber muss also konkrete Vergabeabsicht haben²¹⁶. Es darf mit der Ausschreibung nicht das Ziel verfolgt werden, festzustellen, welche Möglichkeiten für die Durchführung eines Bauvorhabens bestehen²¹⁷. Hierdurch wird es dem Auftraggeber aber nicht verwehrt, vor Einleitung eines Vergabeverfahrens (möglicherweise entgeltlich) Preisermittlungen durchzuführen. Zu beachten ist hier allerdings die Projektanten-Problematik, s.o. Erfolgen die Preisermittlungen entgeltlich, ist daneben zu beachten, dass auch für die Beauftragung dieser Leistungen u.U. die VOL/A oder VOF anzuwenden ist. Will der Auftraggeber das Vergabeverfahren auch zur Einholung von Informationen zur Marktsituation nutzen, was sich regelmäßig in der Verwendung von Alternativ- oder Wahlpositionen in der Leistungsbeschreibung widerspiegelt, folgen aus § 3 EG Abs. 4 VOB/A Einschränkungen. Maßgeblich ist dabei erneut, ob der Auftraggeber konkrete Vergabeabsicht hat. Selbst wenn diese besteht, ist die Anzahl der zulässigen Wahlpositionen begrenzt. Genauere Ausführungen hierzu s. u.

9.3.1.5 Leistungsbestimmungsrecht und Produktneutralität

Hat der Auftraggeber die Planungsphase abgeschlossen und sich entschieden, was genau beschafft werden soll, folgt als nächster Stolperstein noch vor Einleitung des Vergabeverfahrens die Problematik der grundsätzlichen Produktneutralität. Die Definition des Beschaffungsbedarfs geschieht, wie erläutert, zunächst einmal unabhängig vom Vergabeverfahren und dessen Anforderungen. Grundsätzlich ist der Auftraggeber (abgesehen vom haushaltsrechtlichen Grundsatz der Wirtschaftlichkeit und Sparsam-

²¹⁵ OLG Dresden, Beschl. v. 23.04.2009 – Wverg 11/08

²¹⁶ Franke/Kollewe in: Franke/Kemper/Zanner/Grünhagen, VOB, § 2 EG VOB/A, Rn. 27.

²¹⁷ Franke/Kollewe a.a.O., Rn. 28.

keit) frei in dieser Definition²¹⁸ (Vertragsfreiheit und „Beschaffungsautonomie“). „Bei der Beschaffungsentscheidung für ein bestimmtes Produkt, eine Herkunft, ein Verfahren oder dergleichen“ ist der Auftraggeber „im rechtlichen Ansatz ungebunden“²¹⁹. Nachhaltigkeitsfaktoren können also bereits hier berücksichtigt werden. Der Auftraggeber entscheidet, „was er haben will und wie er es haben will“²²⁰.“ Der überwiegenden Rechtsprechung nach regelt das Vergaberecht nicht, was der Auftraggeber beschafft, sondern nur die Art und Weise der Beschaffung²²¹. Der Auftraggeber kann also hier eine Grundentscheidung für ein besonders sparsames Produkt treffen und u. a. die technischen (und insbesondere energetischen) und auch ästhetischen Anforderungen an den Auftragsgegenstand festlegen. Diese grundsätzliche Freiheit wird jedoch durch das Gebot der produktneutralen Ausschreibung (Art. 23 Abs. 8 VKR, Art. 34 Abs. 8 SKR, § 8 EG Abs. 7 VOB/A, § 8 EG Abs. 7 VOL/A, § 7 Abs. 11 SektVO) eingeschränkt, dessen Grenzen der Auftraggeber einzuhalten hat. Über das Ausmaß der Einschränkung herrscht in den deutschen Vergabeinstanzen keine Einigkeit.

Das OLG Düsseldorf hat zuletzt einen Kriterienkatalog aufgestellt, den der Auftraggeber bei der Ausübung seines Leistungsbestimmungsrechts einzuhalten hat. Die Bestimmung ist hiernach zulässig, wenn

- sie durch den Auftragsgegenstand gerechtfertigt ist
- vom Auftraggeber dafür nachvollziehbare objektive und auftragsbezogene Gründe angegeben worden sind und die Bestimmung folglich willkürfrei getroffen worden ist
- solche Gründe tatsächlich vorhanden sind
- und die Bestimmung andere Wirtschaftsteilnehmer nicht diskriminiert²²².

Letztlich entscheidend ist dabei die Frage nach der Diskriminierung anderer Unternehmen, die die Nachprüfungsinstanzen daran festmachen dürften, ob der Auftraggeber intern bereits ein Produkt bzw. einen Hersteller ausgewählt hat, das/der nicht je-

²¹⁸ OLG Dresden, Beschl. v. 17.05.2011 – Wverg 3/11, VergabeR 2012, 217; OLG Düsseldorf, Beschl. v. 14.04.2005 - Verg 93/04, BeckRS 2005, 05314.

²¹⁹ OLG Düsseldorf, Beschl. v. 01.08.2012 – Verg 10/12, IBR 2012, 662.

²²⁰ OLG Koblenz, Beschl. v. 05.09.2002, 1 Verg 2/02.

²²¹ OLG Düsseldorf, Beschl. v. 01.08.2012 – Verg 10/12, a.a.O. m.w.N.

²²² OLG Düsseldorf, Beschl. v. 01.08.2012 – Verg 10/12, a.a.O.

dem Bieterunternehmen zugänglich ist²²³. Gaus schlägt in diesem Zusammenhang vor, eine wettbewerbsneutrale Ausübung des Leistungsbestimmungsrechtes dadurch zu gewährleisten, dass die anonymisierten Produktdatenblätter ausgewertet werden und dann die Entscheidung durch ein Gremium getroffen wird²²⁴, natürlich mit entsprechender Dokumentation. Anders als das OLG Düsseldorf²²⁵ halten das OLG Jena²²⁶ und das OLG Celle²²⁷ daneben an der Auffassung fest, der Auftraggeber müsse sich vor seiner Beschaffungsentscheidung einen möglichst breiten Überblick über die in Betracht kommenden Produktlösungen verschaffen (Markterkundung). Will der Auftraggeber jedoch eine möglichst innovative und energieeffiziente Lösung, ist dies sowieso unerlässlich.

Als praktische Handlungsmaßgabe folgt hieraus, dass der Auftraggeber ungehindert auch solche Anforderungen an den Leistungsgegenstand festlegen kann, die eine positive Lebenszyklusbilanz gewährleisten, solange die vom OLG Düsseldorf aufgestellten Zulässigkeitsanforderungen erfüllt sind und (je nachdem, welches OLG im Falle eines Nachprüfungsantrags entscheiden würde) eine Markterkundung durchgeführt wurde. Innerhalb dieser Grenzen darf der Auftraggeber also auch Merkmale wie zum Beispiel eine Stromkostenobergrenze als vom Auftragsgegenstand zu erfüllende Anforderung festlegen. Die sachliche Rechtfertigung durch den Auftragsgegenstand kann sich insbesondere auch aus einer besonderen Aufgabenstellung und aus technischen oder gestalterischen Anforderungen ergeben²²⁸. Dabei gilt der Grundsatz, dass die Gefahr einer Diskriminierung von Wirtschaftsteilnehmern umso geringer ist, je mehr Hersteller mit ihren Produkten die geforderten Kriterien erfüllen. Im Einzelfall kann jedoch auch die Beschränkung auf einen einzigen Hersteller zulässig sein²²⁹.

Die Gründe, die nach Meinung des Auftraggebers eine Ausnahme von der Produktneutralität rechtfertigen, hat er sorgfältig zu dokumentieren. Die VK Arnsberg ist dar-

²²³ Tugendreich, NZBau 2013, 90.

²²⁴ Gaus, NZBau 2013, 401 (404).

²²⁵ Vgl. z. B. OLG Düsseldorf, Beschl. v. 01.08.2012- Verg 10/12, a.a.O.

²²⁶ OLG Jena, Beschl. v. 26.06.2006 - 9 Verg 2/06, NZBau 2006, 735 („Anna-Amalia-Bibliothek“).

²²⁷ OLG Celle, Beschl. v. 22.05.2008 - 13 Verg 1/08, BeckRS 2008, 10353.

²²⁸ OLG Düsseldorf, Beschl. v. 17.02.2010 - Verg 42/09, IBR 2010, 222.

²²⁹ VK Münster, Beschl. v. 24.06.2011 - VK 6/11, IBR 2011, 713 („Irischer Blaustein“).

über hinaus der Auffassung, dass eine unveröffentlichte Dokumentation der Sachgründe nicht ausreicht, sondern dass diese sachlich nachgewiesen werden – und zwar nicht erst im Nachprüfungsverfahren, sondern während des Vergabeverfahrens²³⁰. Mit Blick auf den Transparenzgrundsatz lässt sich daraus folgern, dass der Auftraggeber die Gründe bereits in den Vergabeunterlagen oder sogar der Bekanntmachung nennen soll.

Relevant ist diese Problematik der Produktneutralität nicht nur bei der Beschaffungsentscheidung des Auftraggebers, sondern auch und vor allem dort, wo diese sich letztlich auswirkt: In der Leistungsbeschreibung, in der die notwendigen Anforderungen festgelegt werden, die der Bieter mit seinem Angebot zu erfüllen hat.

9.3.2 Erstellung der Vergabeunterlagen

Vor der Ausschreibung soll der Auftraggeber die Vergabeunterlagen komplett fertigstellen („Vergabereife“, § 2 EG Abs. 5 VOB/A). Er muss sich also bereits in diesem Abschnitt nicht nur darüber im Klaren sein, was beschafft wird, sondern auch, auf welche Weise. An diesem Punkt befindet sich die Weichenstellung, an der sich entscheidet, welche seiner Vorstellungen an den Auftragsgegenstand der Auftraggeber verwirklichen kann. Geht er mit Sorgfalt und vergaberechtlichem Fachwissen vor, lassen sich Lebenszyklusaspekte auf vielfältige Weise verwirklichen. Werden die Vergabeunterlagen hingegen nachlässig erarbeitet, ist dies kaum noch rückgängig zu machen. Denn aufgrund des Transparenzgrundsatzes und des Diskriminierungsverbotes sind nachträgliche Änderungen an den Vergabeunterlagen nur erschwert möglich. Sie sind zulässig, soweit sie der Fehlerkorrektur oder Beseitigung von Ungenauigkeiten dienen. Darüber hinaus sind Änderungen geringen Umfangs nur dann zulässig, wenn sie die Grundlagen des Wettbewerbs und der Preisbildung nicht grundlegend verändern und den Entschluss der Unternehmen zur Beteiligung oder Nichtbeteiligung am Wettbewerb nicht beeinflussen²³¹. Die Einbeziehung von überhaupt nicht in den anfänglichen Dokumenten enthaltenen Kriterien ist demgegenüber schlicht unzulässig.

²³⁰ VK Arnsberg, Beschl. v. 17.09.2013 - VK 15/13.

²³¹ OLG Düsseldorf, Beschl. v. 17.04.2008 - Verg 15/08.

9.3.2.1 Art der auszuschreibenden Leistung

Welche der Vergabeordnungen bei der auszuschreibenden Leistungen anzuwenden ist, hängt vom Auftragsgegenstand ab. Da sich die Vergabeordnungen hinsichtlich der Implementierung von Lebenszykluskriterien im Wesentlichen sehr ähneln, sind Einzelheiten zur Abgrenzung hier nicht angebracht. Der Bau eines Gesamtbauwerkes durch einen Generalunternehmer oder einen Generalübernehmer fällt in den Anwendungsbereich der VOB/A. Auch die gewerkeweise Ausschreibung der Errichtung eines Gebäudes unterliegt in der Regel der VOB/A, wenn nicht ausnahmsweise nur die Lieferung von Produkten Vertragsgegenstand ist. Davon getrennt ausgeschriebene Planungsleistungen von Architekten und Ingenieuren unterfallen der VOF. Ist eine eindeutige Abgrenzung nicht möglich, richtet sich die anzuwendende Vergabeordnung nach dem Schwerpunkt der Leistung.

9.3.2.2 Verfahrensart

Die Wahl der Verfahrensart wirkt sich erstens auf die Zahl der Bewerber bzw. Bieter und auf den Zeitpunkt der Eignungsprüfung aus. Zweitens beeinflusst sie maßgeblich die Wahl des letztlich zu bezuschlagenden Angebotes und wie Auftraggeber und Bieter zu diesem gelangen, wie viele Beeinflussungsmöglichkeiten sie also im Laufe der Angebotsphase haben. Vor dem Hintergrund der LZK-orientierten Vergabe bringen das **offene** und das **nicht offene Verfahren** keine Besonderheiten mit sich. Verhandlungsverfahren und wettbewerblicher Dialog versprechen jedoch mancherlei Möglichkeit, das zu verwirklichende Projekt in Hinsicht auf die Minimierung der Lebenszykluskosten zu optimieren. Unter anderem durch die z. B. beim wettbewerblichen Dialog mögliche stufenweise Definition des Leistungsinhalts sind diese Verfahrensarten geradezu prädestiniert für nachhaltige und deswegen oft innovative Bauprojekte.

Wettbewerblicher Dialog

Einen Anwendungsbereich des wettbewerblichen Dialogs stellen zwar PPP-Vorhaben dar, jedoch ist die Zulässigkeit dieses Verfahrens auch bei bestimmten Vorhaben außerhalb dieser Konstellation gegeben. Dieser Anwendungsbereich wird noch deutlich unterschätzt und in der Praxis kaum genutzt.

§ 101 Abs. 4 GWB beschreibt den wettbewerblichen Dialog als ein Verfahren zur Vergabe besonders komplexer Aufträge. Die konkreten Anforderungen an das Verfahren regeln § 3 EG Abs. 1 Nr. 4 VOB/A und § 3 EG Abs. 7 VOL/A. Besonders komplex

ist ein Auftrag demnach, wenn der Auftraggeber objektiv nicht in der Lage ist, die technischen Mittel anzugeben, mit denen seine Bedürfnisse und Ziele erfüllt werden können, oder die rechtlichen oder finanziellen Bedingungen des Vorhabens anzugeben. Als eigenständige Verfahrensart steht der wettbewerbliche Dialog neben dem Verhandlungsverfahren. Da jedoch im Unterschied dazu nicht über die Angebote der Bieter verhandelt wird, sondern über den Auftragsgegenstand, bietet der wettbewerbliche Dialog vor allem für die Vergabe von Bauprojekten mit hohem Innovationsbedarf eine brauchbare Plattform. Obwohl bereits 2005 eingeführt, fristet die Verfahrensart in der Praxis noch ein Schattendasein. Das mag zum einen am damit verbundenen Aufwand liegen, zum anderen an der Unsicherheit der Auftraggeber, ob die Zulässigkeitsbedingungen für das Verfahren, das im Verhältnis zum Offenen und nicht offenen Verfahren subsidiär ist und somit strengen Zulässigkeitsanforderungen unterliegt, vorliegen.

Das dreiphasige Verfahren beginnt mit einem öffentlichen **Teilnahmewettbewerb** (1. Phase). Hier gibt es bezüglich der Eignungskriterien keine Besonderheiten gegenüber den anderen Verfahrensarten. In der anschließenden **Dialogphase** (2. Phase) werden zwischen dem Auftraggeber und den Teilnehmern Lösungen für die Projektrealisierung entwickelt. Da die Komplexität des Auftrags die Erstellung einer Leistungsbeschreibung nicht ermöglicht, kann der Auftraggeber lediglich Zielvorgaben bzw. eine grobe Umschreibung der Projektaufgabe voranstellen²³². Die Dialogphase ist dann der maßgebliche Abschnitt, der einem der größten Vorzüge des wettbewerblichen Dialogs Ausdruck verleiht: Der Vermeidung der Projektanten-Problematik. Im Rahmen des wettbewerblichen Dialogs können Unternehmen ihr Know-How über Energieeffizienz- und Lebenszyklusaspekte zur Erarbeitung der Auftragsbedingungen einbringen, ohne die Gefahr des Ausschlusses wegen Wettbewerbsverfälschung aufgrund von Informationsvorsprüngen durch Beratungs- oder Unterstützungshandlungen zu riskieren. Gerade wenn die beste technische Lösung zur Erreichung der Lebenszykluskostenminimierungsziele des Auftraggebers vor der Ausschreibung noch nicht feststeht, bietet sich also der wettbewerbliche Dialog an. Hierdurch könnte die aufwändige und kostenintensive Erweiterung der HOAI-Phase 5 vermieden werden, und innerhalb des Vergabeverfahrens könnten Auftraggeber und Bieter aufgrund der bestehenden Freiheiten die Einzelheiten des Auftragsgegenstandes zur Erreichung der Effizienzziele ermitteln, festlegen und optimieren.

²³² VK Brandenburg, Beschl. v. 22.08.2008 - VK 19/08.

Bei der konkreten Abwicklung der Dialogphase ist der Auftraggeber weitgehend frei. Nicht umsonst wird die Dialogphase auch als „Vorverfahren zur Bestimmung des Auftragsgegenstands“ umschrieben²³³. Technische, wirtschaftliche und rechtliche Aspekte des Auftragsgegenstandes können erörtert werden. Das bedeutet beispielsweise für einen Bauauftrag, dass sowohl in technischer Hinsicht die einzelnen Bauteile anhand ihres Energiebedarfs herausgearbeitet werden können, als auch in wirtschaftlicher Hinsicht eine ganzheitliche Betrachtung der Lebenszykluskosten erfolgen kann, und zu guter Letzt in rechtlicher Hinsicht z. B. Garantieaspekte berücksichtigt werden können. Aufgrund des hohen Aufwands für die Teilnehmer ist der Auftraggeber allerdings verpflichtet, eine angemessene Kostenerstattung zu leisten (§ 3 EG Abs. 7 Nr. 9 VOB/A, § 3 EG Abs. 7 S. 2 lit. f VOL/A). Zur Selektion der Teilnehmer und Auswahl der Lösungsvorschläge kann der Dialog in Abschnitte unterteilt werden. Hier kommen dann die zuvor bekanntgemachten Zuschlagskriterien zum Zuge, anhand derer die Teilnehmer per Negativauswahl aussortiert werden. Da eine detaillierte Bestimmung des Auftragsgegenstandes zu der Zeit der Bekanntmachung noch nicht erfolgen kann, bleiben auch nicht viele Optionen für die Festlegung von technischen Mindestanforderungen in der vorhergehenden Beschreibung. Umso mehr muss der Auftraggeber dann aber den ihm zur Verfügung stehenden Spielraum bei den Zuschlagskriterien ausnutzen. Hierbei darf er sich nicht auf die mangelnde Konkretisierbarkeit berufen, vielmehr müssen die Zuschlagskriterien „so präzise sein, dass für die Bieter erkennbar ist, worauf es dem Auftraggeber ankommt, so dass sie ihre Präsentation und ihr Angebot optimal gestalten können“²³⁴.

Die Kriterien müssen in der Leistungsbeschreibung genannt werden²³⁵, ebenso wie ihre Gewichtung. Ist die Festlegung der Gewichtung in der Leistungsbeschreibung unmöglich, dann müssen die Kriterien dort zumindest in absteigender Reihenfolge genannt werden (vgl. Art. 53 Abs. 2 S. 3 VKR). Eine Konkretisierung der bereits in der Leistungsbeschreibung angelegten Zuschlagskriterien kann bei komplexen Aufträgen auch nachträglich zulässig sein²³⁶. Da die Teilnehmer über ihr Ausscheiden unterrichtet werden müssen, gibt es nach Abschluss jedes Abschnittes der Dialogphase ein erhöh-

²³³ Ruthig, NZBau 2006, 137 (141).

²³⁴ Vgl. VK Südbayern, Beschl. v. 16.05.2011 - Z3-3-3194-1-09-03/11.

²³⁵ VK Lüneburg, Beschl. v. 26.11.2012 - VgK-40/2012.

²³⁶ OLG Celle, Beschl. v. 16.05.2013 - 13 Verg 13/12, BeckRS 2013, 17137.

tes Rügerisiko²³⁷. Dies und der Kostenaufwand wegen der Kostenerstattungspflicht mögen für öffentliche Auftraggeber gegen das Verfahren sprechende Gründe sein. Dem ist jedoch zumindest in Bezug auf die Kosten entgegenzuhalten, dass diese ja bei der Vorverlagerung der Bauteilanalyse in die HOAI-Phase 5 eben dort entstehen.

Sobald es dem Auftraggeber möglich ist, aufgrund der vorgeschlagenen Lösungen zu bestimmen, wie seine Bedürfnisse befriedigt werden können, oder wenn erkennbar ist, dass keine Lösung gefunden werden kann, hat er die Dialogphase zu beenden. Die übrig gebliebenen Teilnehmer haben dann ihr endgültiges (zuschlagsfähiges) **Angebot** abzugeben (3. Phase). Die Angebote können auf unterschiedlichen Lösungen basieren. Im Gegensatz zum Verhandlungsverfahren sind nun keine Verhandlungen, insb. keine Preisverhandlungen mehr möglich²³⁸. Die **Angebotswertung** erfolgt auf der Grundlage der zuvor bekanntgemachten Zuschlagskriterien. Dies beinhaltet beim wettbewerblichen Dialog die Schwierigkeit, dass manche Kriterien womöglich nicht mehr aussagekräftig sind, da sich die Angebote in diesem Punkt kaum unterscheiden, ebenso wie sich der Bedarf nach neuen Zuschlagskriterien ergeben kann²³⁹. Der Auftraggeber sollte in entsprechenden Fällen also durchaus von der Möglichkeit Gebrauch machen, die Unterkriterien erst in einer späteren Dialogstufe zu definieren und bekanntzugeben.

Trotz dieser Vorteile spielt der wettbewerbliche Dialog in der Praxis, wie erwähnt, nur eine untergeordnete Rolle. Grund hierfür wird zum einen die Unsicherheit aufgrund der Neuartigkeit und mangelnder Erfahrungswerte sein, zum anderen hängt die Zulässigkeit dieser Verfahrensform ja auch mit den Vorstellungen über den Beschaffungsbedarf zusammen. Sind diese bei den Vergabestellen ausreichend entwickelt, ist der wettbewerbliche Dialog nicht nur der effizientere Weg, sondern auch der zulässige. Diese Ergebnisse stellt auch der „Bericht zur Innovationsorientierung öffentlicher Beschaffung“ des BMWi aus 2009 dar²⁴⁰.

²³⁷ Pünder in: Pünder/Schellenberg, Vergaberecht (2011), § 101 GWB Rn. 61 m.w.N.

²³⁸ Baumann in: VOB Kommentar, 5. Aufl. 2013, § 3 EG VOB/A Rn. 150 m.w.N.

²³⁹ Baumann, a.a.O. Rn. 152.

²⁴⁰ Bericht zur Innovationsorientierung öffentlicher Beschaffung des BMWi v. 22.09.2009, <http://www.bmwi.de/DE/Mediathek/publikationen,did=545364.html>, S. 7.

Verhandlungsverfahren

Das Verhandlungsverfahren (§ 101 Abs. 5 GWB, § 3 EG Abs. 4, 5 VOB/A, § 3 EG Abs. 3 – 6 VOL/A), das in der Rangfolge der Verfahrensarten nach dem offenen und nicht offenen Verfahren neben dem wettbewerblichen Dialog steht, bietet dem Auftraggeber die Möglichkeit, mit ausgewählten Unternehmen zu verhandeln. Was Gegenstand der Verhandlungen ist, ist leider nicht ganz einheitlich geregelt. Art. 1 Abs. 11 lit. d) VKR und § 101 Abs. 5 GWB bestimmen die „Auftragsbedingungen“ als Verhandlungsgegenstand, was dann auch die Abgrenzung zum wettbewerblichen Dialog, bei dem über den Auftragsgegenstand verhandelt wird, einfach macht. Die Vergabeordnungen gehen demgegenüber von Verhandlungen über „die Angebote“ aus. Auch die Angebote sind jedoch nicht gleichzusetzen mit dem Auftragsgegenstand, so dass selbst hiernach anzunehmen ist, dass der Wettbewerbliche Dialog dasjenige Verfahren ist, welches dem Auftraggeber den größeren Spielraum bieten soll, da dort schließlich „über alle Einzelheiten des Auftrags“ verhandelt werden soll.

Das Verfahren, dessen Zulässigkeitsvoraussetzungen in den Vergabeordnungen geregelt sind, eröffnet dem Auftraggeber gegenüber dem offenen oder nicht offenen Verfahren den Vorteil der größeren Flexibilität. Konkrete Vorgaben zum Verfahrensablauf enthalten die Vergabeordnungen nämlich nicht. In Bezug auf Lebenszyklusaspekte ist hervorzuheben, dass der Leistungsgegenstand zum Zeitpunkt der Ausschreibung nicht bereits in allen Einzelheiten feststehen muss²⁴¹. Angebots- und damit Leistungsinhalte können Gegenstand der Verhandlung sein – ebenso wie Vertragsbedingungen und die Höhe des Preises. Mithin kann der Auftraggeber einer Bauleistung z. B. die Verhandlungsrunden dazu nutzen, um mit den Bietern die einzelnen energieverbrauchärmeren Produkte zu definieren und als Bestandteil des Angebots festzulegen. Die Identität des Beschaffungsvorgangs muss jedoch gewahrt werden – d. h. es dürfen nicht andere Leistungen beschafft werden, als ursprünglich angekündigt²⁴². Auch darf der Auftraggeber nicht die Verhandlungsphasen zur Erlangung unentgeltlicher Beratungsleistungen („Markterkundung“) nutzen.

²⁴¹ OLG Celle, Beschl. v. 16.01.2002 – 13 Verg 1/02, VergabeR 2002, 299.

²⁴² OLG München, Beschl. v. 28.04.2006 – Verg 6/06, NZBau 2007, 59; OLG Dresden, Beschl. v. 03.12.2003 – Wverg 15/03, ZfBR 2004, 303 (VOL/A), Baumann, in: Franke/Kemper/Zanner/Grünhagen, VOB, § 3 EG Rn. 32.

Das Verhandlungsverfahren ist kein vergaberechtsfreier Raum, deshalb unterliegt der Auftraggeber auch hier den wettbewerblichen Grundsätzen der Gleichbehandlung und Nichtdiskriminierung. Allen Bietern sind immer die gleichen Informationen zur Verfügung zu stellen, ebenso wie die Verfahrensbedingungen für alle Bieter gleich sein müssen. Nur so wird die Vergleichbarkeit der Angebote gewährleistet. Zudem hat der Auftraggeber die Geheimhaltungsinteressen der Bieterunternehmen zu berücksichtigen. So dürfen Informationen über Angebotsinhalte und damit vor allem der Preis, aber auch beispielsweise besonders innovative Vorschläge der Bieter, nicht an andere Bieter weitergegeben werden²⁴³.

Sonderfall: PPP (Public-Private-Partnership)

PPP-Projekte (auch Öffentlich-Private-Partnerschaft, ÖPP) stellen einen Bereich dar, der von klassischen Auftragsvergaben im Hochbaubereich klar abzugrenzen ist. Beim PPP übernimmt der private Auftragnehmer üblicherweise zunächst die Errichtung eines Gebäudes für den öffentlichen Auftraggeber. In einer zweiten Phase obliegen dem Auftragnehmer dann die für den Betrieb des Gebäudes notwendigen Werk- und Dienstleistungen. Die Vorfinanzierung findet durch den Auftragnehmer statt und wird während der Betriebszeit als laufende Pauschale durch den Auftraggeber abbezahlt (Investitionskostenpauschale). Daneben leistet der Auftraggeber eine Pauschale für die nach der Inbetriebnahme laufenden Leistungen (Betriebskostenpauschale für Instandhaltung, Reinigung etc.). Der Private übernimmt dafür Aufgaben, die an sich dem öffentlichen Auftraggeber obliegen: Projektplanung, -ausführung und -betrieb. Die Vertragsbeziehung zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer besteht also während des gesamten Lebenszyklus' des Gebäudes, weshalb die Beurteilung der Lebenszykluskosten, die ja geradezu im PPP-Bereich wurzelt, eine derart herausragende Stellung einnimmt. Nicht zuletzt rührt sie direkt aus dem haushaltsrechtlichen Gebot der Wirtschaftlichkeitsuntersuchung (§ 7 BHO bzw. LHO) her. Ebenfalls aus dem Grund der langen Vertragslaufzeit sind aber viele der hier gebräuchlichen Standards nicht auf Vergaben übertragbar, die keinen Betriebsführungsvertrag zum Gegenstand haben und deren Vertragsbeziehung mit Abnahme/Übergabe des Beschaffungsobjekts endet.

²⁴³ Pünder, in: Pünder/Schellenberg, Vergaberecht, § 101 GWB, Rn. 80.

Vergaberechtliche Besonderheiten:

Die PPP-Vergabe ermöglicht dem öffentlichen Auftraggeber eine freiere Verfahrenswahl als klassische Vergaben. Grundsätzlich stehen ihm hier neben dem offenen und nicht offenen Verfahren das Verhandlungsverfahren und der wettbewerbliche Dialog frei zur Wahl, welche wiederum aus den genannten Gründen erhebliche Effizienzpotenziale mit sich bringen.

Die Leistungsbeschreibung ist funktional ausgestaltet (auch: outputspezifizierte Leistungsbeschreibung), ergänzend dazu werden Service-Level-Agreements (SLA) aufgestellt, welche Grenzwerte oder detaillierte Qualitätsanforderungen enthalten.

Um die Einhaltung dieser SLA durch den Auftragnehmer zu gewährleisten, ist ein (Bonus-) Malus-System Bestandteil des Vertrags. Bei Qualitätsmängeln (zum Beispiel wenn die Energiekosten eines Bauteils höher sind als vereinbart) kann der Auftraggeber dann die zu leistende Betriebskostenpauschale nach Überschreitung einer Frist zur Nachbesserung entsprechend der Vereinbarung kürzen (Malusregelung). Malusregelungen sind mit Vertragsstrafen vergleichbar. Alternativ dazu kann ein bei Erfüllung der Kriterien regelmäßig zu leistender Bonus vereinbart werden, der bei Nichterfüllung anteilig gekürzt wird (Bonus-Malus-Regelung).

9.3.2.3 Leistungsbeschreibung

Die Leistungsbeschreibung als das Kernstück der Vergabeunterlagen²⁴⁴ eröffnet dem Auftraggeber auch für die Implementierung von Lebenszyklusaspekten größte Handlungsspielräume. Hier werden die vorige Leistungsbestimmung umgesetzt und die Ansprüche an den Beschaffungsgegenstand beschrieben. Hier ist Raum für die Festlegung von detaillierten Anforderungen und damit auch für die Verwirklichung von Nachhaltigkeitsfaktoren. Durch die Bestimmung der Anforderungen an Energieverbrauch, Wartungskosten und andere Lebenszykluskriterien können diese in der vom Auftraggeber gewünschten Form im Projekt realisiert werden. Dreh- und Angelpunkt ist die Verpflichtung der Bieter, sich an die Leistungsbeschreibung zu halten. Abweichungen haben grundsätzlich den Ausschluss vom Verfahren zur Folge. Es gibt zwei Arten von Leistungsbeschreibungen: Das Leistungsverzeichnis (konstruktive Leistungsbeschrei-

²⁴⁴ VK Lüneburg, Beschl. v. 12.04.2002 - 203-VgK-05/02.

bung, § 7 EG Abs. 9 – 12 VOB/A, § 8 EG Abs. 2 S. 1 Nr. 1 VOL/A) und die funktionale Leistungsbeschreibung (Leistungsbeschreibung mit Leistungsprogramm, § 7 EG Abs. 13 – 15 VOB/A, § 8 EG Abs. 2 S. 1 Nr. 2 VOL/A).

Auf Besonderheiten beider Erscheinungsformen werden wir im Folgenden näher eingehen.

Leistungsverzeichnis

Das **Leistungsverzeichnis** beschreibt die verlangte Leistung in Positionen (Ordnungszahlen). Es enthält die Leistungsanforderungen im Einzelnen in Listenform. In ihm sind gem. RL 100 Ziff. 4.3.2.2 VHB ausschließlich Art und Umfang der zu erbringenden Leistungen sowie alle die Ausführung der Leistung beeinflussenden Umstände zu beschreiben. Einheitlich für alle beschriebenen Leistungen geltende Regelungen technischen Inhalts sind in eine Vorbemerkung aufzunehmen. Bei den Ordnungszahlen unterscheidet man u. a. zwischen Grundpositionen, Bedarfspositionen (Eventualpositionen) und Wahlpositionen (Alternativpositionen).

Die in der **Vorbemerkung** enthaltenen Angaben haben Gültigkeit für alle Positionen des Leistungsverzeichnisses. In ihr sind daher allgemeine Angaben zu machen, die zum Verständnis der Leistung und zur Preisermittlung erforderlich sind und die sich nicht aus der Beschreibung der einzelnen Teilleistungen unmittelbar ergeben²⁴⁵. Den Bietern müssen diejenigen Informationen an die Hand gegeben werden, die sie zur optimalen Kalkulation ihres Angebots benötigen. Gleichzeitig sollen in der Vorbemerkung keine Angaben gemacht werden, die sich nur auf Teilleistungen beziehen. Diese müssen vielmehr in den entsprechenden Teilbereich der Leistungsbeschreibung aufgenommen werden.

Um die Gefahr von Widersprüchen mit den übrigen Vergabeunterlagen aus dem Weg zu räumen, sollte die Vorbemerkung aber andererseits so schlank wie möglich gehalten werden. Vertragliche und vergaberechtliche Inhalte gehören nicht hierher. Insbesondere die Gewichtung der Zuschlagskriterien hat nicht in der Vorbemerkung zur Leistungsbeschreibung, sondern in der Aufforderung zur Angebotsabgabe erfolgen.

²⁴⁵ Franke/Kaiser, VOB Kommentar, 5. Aufl. 2013, § 7 EG VOB/A Rn. 161.

Funktionale Leistungsbeschreibung

In der **funktionalen Leistungsbeschreibung** beschreibt der Auftraggeber nur den Zweck der Bauleistung bzw. ihre spätere Funktion und überlässt die konstruktive Lösung der Aufgabe weitgehend den Bietern. Die funktionale Leistungsbeschreibung (Leistungsbeschreibung mit Leistungsprogramm, § 7 EG Abs. 13 – 15 VOB/A) ist zur Förderung innovativer Angebote bestens geeignet²⁴⁶. Der Auftraggeber beschreibt hier lediglich den Zweck der Bauleistung bzw. ihre spätere Funktion. Anstatt der detaillierten Auflistung einzelner Positionen legt der Auftraggeber dabei in der Leistungsbeschreibung ein zu erreichendes Ziel fest (wie eine möglichst energiesparende Lösung) und gibt zu erfüllende Mindestanforderungen vor (wie einen maximalen Energieverbrauch). Der Auftraggeber kann dabei zum einen den eigenen Planungs- und Koordinierungsaufwand verringern, zum anderen werden dadurch eben auch innovative Lösungen, deren Planung für den Auftraggeber mangels Fachwissen schlicht unmöglich wäre, möglich. Das Wesen der Funktionalausschreibung „liegt nämlich gerade darin, dass der Auftraggeber im Planungsbereich auf Bieterseite vorhandenes Know-How abschöpfen will und dies grundsätzlich auch tun darf²⁴⁷.“ Den Bietern obliegt sodann die konstruktive Lösung. Der Auftraggeber verlagert also bestimmte Planungsaufgaben, aber auch Risiken, auf die Bieter. Die Leistungsbeschreibung enthält keine Massenangaben und ist sozusagen eine andere Darstellungsform der Ausführungsplanung²⁴⁸. Anbietern innovativer und ökologischer Lösungen eröffnen sich dadurch Wettbewerbschancen gegenüber traditionellen Produkten, ebenso wie Lebenszyklusanalysen größeres Gewicht gewinnen können²⁴⁹.

Jedoch unterliegt auch die funktionale Leistungsbeschreibung bestimmten Anforderungen und Beschränkungen. Zum einen obliegt dem Auftraggeber ein Ermessen: Die Funktionalausschreibung kann nur gewählt werden, wenn dies nach Abwägen aller Umstände zweckmäßig ist (§ 7 EG Abs. 13 VOB/A). Nach dem VHB²⁵⁰ kann eine Funktionalausschreibung dann zweckmäßig sein, wenn sie wegen der fertigungsge-

²⁴⁶ Gaus, NZBau 2013, 401 (403); Burgi, NZBau 2011, 577 (581).

²⁴⁷ OLG Düsseldorf, Beschl. v. 12.06.2013 – Verg 7/13, IBR 2013, 487.

²⁴⁸ Hertwig/Slawinski, in: Dreher/Motzke, Beck'scher Vergaberechtskommentar, 2. Auflage 2013, VOB/A § 7, Rn. 134.

²⁴⁹ Schneider, NVwZ 2009, 1057 (1058).

²⁵⁰ VHB 2008, RL 100, Ziff. 4.4.1.1.

rechten Planung in Fällen notwendig ist, in denen es beispielsweise bei Fertigteilbauten wegen der Verschiedenartigkeit von Systemen den Bietern freigestellt sein muss, die Gesamtleistung so anzubieten, wie es ihrem System entspricht, oder wenn mehrere technische Lösungen möglich sind, die nicht im Einzelnen neutral beschrieben werden können, und der Auftraggeber seine Entscheidung unter dem Gesichtspunkt der Wirtschaftlichkeit und Funktionsgerechtigkeit erst aufgrund der Angebote treffen will. In die Zweckmäßigkeitserwägung müssen auch Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen einfließen, wobei darauf zu achten ist, dass den Bietern gem. § 8 EG Abs. 8 Nr. 1 S. 2 VOB/A eine angemessene Entschädigung für die Planungsleistungen zu gewähren ist.

Ist die Funktionalausschreibung hiernach zulässig, muss auch sie ferner den Anforderungen an die Bestimmtheit genügen. Der Auftraggeber muss den Unternehmen ein klares Bild vom Auftragsgegenstand vermitteln (§ 7 EG Abs. 4 Nr. 2 VOB/A), sodass ihm die Erteilung des Zuschlags möglich wird, denn auch hier gilt der Grundsatz der eindeutigen und erschöpfenden Leistungsbeschreibung (§ 7 EG Abs. 1 Nr. 1 VOB/A). Insbesondere muss der Auftraggeber insoweit selbst planen und die notwendigen Festlegungen treffen, „als er die Zuschlagskriterien, das Leistungsziel, die Rahmenbedingungen und die wesentlichen Einzelheiten der Leistung“ in der Leistungsbeschreibung anzubieten hat²⁵¹.

Denkbar ist die funktionale Leistungsbeschreibung insbesondere, wenn die Erstellung eines herkömmlichen Leistungsverzeichnisses mit einem unverhältnismäßig hohen Kostenaufwand verbunden ist, oder es sich eben um ein besonders innovatives Vorhaben handelt²⁵². Im Rahmen der ihm obliegenden Planungsaufgaben kann und muss ein Auftraggeber, der Lebenszykluskosten berücksichtigen will, die notwendigen Vorgaben (zum Beispiel bezüglich des Energieverbrauchs) als Leistungsziel formulieren. Die Art und Weise der Umsetzung ist dann Sache der Bieter, die hier ihr gesamtes Innovationspotenzial einbringen können. Die eingehenden Hauptangebote werden technisch voneinander abweichen. Um dann die Angebote entsprechend bewerten zu können, muss der Auftraggeber insbesondere auf die Gestaltung der Zuschlagskriterien großen Wert legen. Vor allem planerische und ästhetische Gesichtspunkte sollte der Auftrag-

²⁵¹ OLG Düsseldorf, Beschl. v. 12.06.2013 – Verg 7/13, IBR 2013, 487.

²⁵² Franke/Kaiser, in: Franke/Kemper/Zanner/Grünhagen, VOB, § 7 EG Rn. 112.

geber umfänglich bei den Zuschlagskriterien widerspiegeln, um den Bietern klarzumachen, worauf es ihm bei der Zielverwirklichung ankommt²⁵³.

Eine Alternative zur funktionalen Leistungsbeschreibung ist die Leistungsbeschreibung mit Leistungsverzeichnis unter Zulassung von Nebenangeboten. Geht es nur um die Verbesserung bereits vorhandener Planungsleistungen, wird diese Variante als vorzugswürdig angesehen²⁵⁴. Auch die Kombination von Leistungsverzeichnis und funktionaler Leistungsbeschreibung ist zulässig. Weit verbreitet ist in der Praxis eine Variante, in der die grundsätzliche Form des Leistungsverzeichnisses in einzelnen Abschnitten/Positionen durch die Beschreibung funktionaler Anforderungen ergänzt wird.

Vorgabe technischer Spezifikationen (Mindestanforderungen)

In der Leistungsbeschreibung mit Leistungsverzeichnis kann der Auftraggeber genauestens festlegen, welche Anforderungen die Produkte, die angeboten werden, erfüllen müssen. Er kann beispielsweise bestimmen, dass für den Raum A ein Lüftungsgerät zur Innenaufstellung als stehende Konstruktion für Zu- und Abluft mit Außen- und Fortluftbetrieb, den Funktionen heizen und kühlen, einer Geschwindigkeitsklasse DIN EN XXX, einer Leistung von YY Kw/h etc. anzubieten ist. Möglich ist aber auch eine funktionale Herangehensweise durch lediglich die technische Vorgabe einzuhalten der Leistungsparameter.

Der Praxis wird eine Kombination beider Methoden gerecht. Die technischen Vorgaben können sich insbesondere auf den Energieverbrauch beziehen.

Ein großes Thema für Auftraggeber ist die Einbeziehung von **Gütesiegeln** als Mindestanforderung an die Produkte in der Leistungsbeschreibung. Anerkannte Gütezeichen bieten für den Auftraggeber eine größere Glaubwürdigkeit, dass das jeweilige angebotene Produkt die dem Gütezeichen zugrundeliegenden Anforderungen erfüllt als die bloße Erklärung des Bieters, dass dies so sei. Hier kommen bezüglich des u. a. Zeichen bzw. Klassifizierungen wie der „Blaue Engel“, „Energy Star“, „EPD“ (Environmental Product Declaration) in Betracht. Allerdings ist es nicht zulässig, in der Leistungsbeschreibung zu fordern, dass ein Produkt mit einem bestimmten Zertifikat aus-

²⁵³ Franke/Kaiser, in: Franke/Kemper/Zanner/Grünhagen, VOB, § 7 EG Rn. 199.

²⁵⁴ Hertwig/Slawinski, in: Dreher/Motzke, Beck'scher Vergaberechtskommentar, 2. Auflage 2013, VOB/A § 7, Rn. 136.

gezeichnet ist. Dies hat der EuGH in der bereits angesprochenen Entscheidung „Max Havelaar“ klargestellt. Der EuGH hat hier entschieden, dass Auftraggeber keine mit einem bestimmten Umweltgütezeichen ausgezeichneten Produkte fordern darf, sondern dass er in der Leistungsbeschreibung die Spezifikationen, die zur Erreichung des Gütezeichens notwendig sind, detailliert beschreiben muss.

Im Fall der Ausschreibung eines Bauwerkes als Gesamtsystem ist die Zertifizierung mit **BNB-Gütesiegeln** verbreitet. Das Erreichen des Zertifikats kann der Auftraggeber grundsätzlich pauschalvertraglich fordern und damit die Erbringung des Zertifikats in den Risikobereich des Auftragnehmers verschieben²⁵⁵. Auch hier ist jedoch die Rechtsprechung des EuGH zu Umweltgütezeichen²⁵⁶ zu beachten. Der Auftraggeber hat hiernach sämtliche Anforderungen des BNB-Zertifikats in den Vergabeunterlagen detailliert darzustellen.

Dieselben Anforderungen auf eine gewerkeweise Ausschreibung zu übertragen, ist für den Bauherrn mit Mehraufwand verbunden. Gleichzeitig kann er aber auch mehr Einfluss im Detail nehmen. Dass der Auftraggeber bei energieverbrauchsrelevanten Produkten das höchste Leistungsniveau an Energieeffizienz und, soweit vorhanden, die höchste Energieeffizienzklasse i.S.d. EnVKV fordern soll, schreibt bereits § 4 Abs. 5 Nr. 1 bzw. bei Bauleistungen § 6 Abs. 3 Nr. 1 VgV vor²⁵⁷. Um Mindestanforderungen an die Energieeffizienz stellen zu können, muss der Auftraggeber jedoch erst einmal wissen, wie hoch das höchste Leistungsniveau bei dem betreffenden Produkt ist. Denn dann hat er es in der Leistungsbeschreibung zu definieren und konkret messbare Mindestwerte festzulegen²⁵⁸. Der Auftraggeber muss sich also entweder selbst Kenntnis hierüber verschaffen oder diese extern beziehen. Bei der gewerkeorientierten Ausschreibung stellt die Festlegung des Energieverbrauchs für die einzelnen Bauteile trotz dieser Schwierigkeiten einen ganz zentralen Punkt dar. Der Mehraufwand lässt sich zumindest teilweise auf einen Zeitpunkt vor dem Vergabeverfahren verschieben, indem

²⁵⁵ Tschäpe, ZfBR 2012, 130 (135).

²⁵⁶ S.o., EuGH, Urt. v. 10.05.2012 – C-368/10, EuZW 2012, 592 (m. Anm. Siegel) = NVwZ 2012, 867 (m. Anm. Rosenkötter) = ZfBR 2012, 489.

²⁵⁷ Im Schrifttum wird vereinzelt vertreten, dass abweichend vom Wortlaut nicht das höchste Leistungsniveau gefordert werden muss, sondern lediglich eine Bandbreite der höchsten Leistungsniveaus festgelegt werden muss, s. Stockmann, Rusch, NZBau 2013, 71 (73).

²⁵⁸ Gaus, NZBau 2013, 401 (403).

die Untersuchung lebenszyklusorientierter Produktinformationen in HOAI-Phase 5 vorgenommen wird. Die dort gewonnenen Ergebnisse bzgl. der Energieeffizienzanforderungen müssen dann lediglich in das Leistungsverzeichnis übertragen werden. Dort ist dann bei jeder entsprechenden Position die Mindestanforderung an den Energieverbrauch festzulegen, die die vom Bieter angebotenen Produkte zu erfüllen haben. Denkbar ist auch, dass der Auftraggeber für die einzelnen Produkte eine Mindestlebensdauer festlegt, um spätere Kosten für Neuanschaffungen zu senken.

Nicht zu vergessen ist auch, dass die Vorgaben der VgV nicht nur Produkte erfassen, die selbst Energie verbrauchen, sondern auch solche, die auf den Energieverbrauch ihrer Umgebung aber Einfluss haben. Auch hier hat der Auftraggeber also Mindestanforderungen zu stellen, indem er z. B. bei der Beschaffung von Fenstern technische Vorgaben zum U-Wert macht.

Als weitere Leistung kann der Auftraggeber auch eine **Energieeffizienzschulung** für den Gebäudemanager nach Abschluss der Bauarbeiten zum Bestandteil der Leistungsbeschreibung machen. Den Inhalt dieser Schulung kann der Auftraggeber funktional abfragen, indem er von den Bietern ein Konzept erstellen lässt, welches daneben auch Zuschlagskriterium sein kann. In der gleichen Form ist denkbar, von den Bietern ein **Abwärmekonzept** abzufragen, um nicht nur den Energieverbrauch des einzelnen Gegenstands selbst, sondern auch der Umgebung mit einzubeziehen.

Abfrage der LZK-orientierten zuschlagsrelevanten Produktangaben

Laut § 4 Abs. 6 Nr. 1 bzw. § 6 Abs. 4 Nr. 1 VgV sind von den Bietern konkrete Angaben zum Energieverbrauch zu fordern, es sei denn, die Produkte unterscheiden sich in diesem Punkt nur geringfügig. In geeigneten Fällen ist auch eine Analyse minimierter **Lebenszykluskosten** oder die Ergebnisse einer vergleichbaren Methode zur Überprüfung der Wirtschaftlichkeit abzufragen (jeweils Nr. 2 lit. a) der Vorschrift). Als geeignet können alle Projekte betrachtet werden, bei denen der Schwerpunkt der während der Lebenszeit des Bauwerks anfallenden Kosten nicht bei den Investitionskosten liegt, sondern bei den Betriebs- und Unterhaltungskosten (vgl. § 2 Nr. 1 a EnVKG). Der Gesetzgeber hat in der VgV offen gelassen, wie umfassend die Lebenszykluskostenana-

lyse zu sein hat. Teils wird vertreten, dass über Gesamtenergiekosten hinaus auch die Entsorgungskosten berücksichtigt werden müssen²⁵⁹.

Da § 4 Abs. 6b) bzw. § 6 Abs. 6 VgV sodann vorschreibt, die so ermittelten Energieeffizienzdaten bei der Angebotswertung angemessen zu berücksichtigen, stellt sich die Frage, auf welche Weise die Daten abgefragt werden, um vergleichbare Angebote zu gewährleisten. Die VgV lässt dies leider sehr offen, jedoch ergibt es sich von selbst, dass der Auftraggeber im Regelfall detaillierte Vorgaben zu den Betriebszuständen machen sollte, auf die sich die Energieverbrauchsangaben beziehen. Sowohl Ruhephasen als auch Vollastzeiten sind abzudecken. Die Betriebszustände sind zu definieren und zeitmäßig ins Verhältnis zu setzen. Ist hingegen bei dem entsprechenden Produkt nur eine Betriebsart vorgesehen (z. B. bei Fluchtwegehinweisen), erübrigt sich die Berücksichtigung anderer Betriebszustände freilich. Um die Vergleichbarkeit der Angebote zu gewährleisten, ist der Berechnungsmodus für die die Lebenszykluskostenberechnung unbedingt den Bietern bekannt zu geben.

Gewertet wird dann der Gesamtenergieverbrauch während eines festgelegten Zeitraums. Bei der Festlegung des maßgeblichen Zeitraums hat der Auftraggeber folgende Überlegungen anzustellen: Für eine realistische Kostenberechnung des Stromverbrauchs der einzelnen Bauteile, die sich zum Bauwerk zusammenfügen, das optimaler Weise über seine gesamte Nutzungszeit hin betrachtet werden soll, ist eine langfristige Betrachtung von beispielsweise 30 Jahren notwendig. Eine langfristige Betrachtung ist auch unerlässlich für eine Abbildung der Amortisationszeiten (beispielsweise maximal 5 Jahre), die zur Abdeckung der Mehrkosten der Anfangsinvestition durch die erwarteten energetischen Einsparungen notwendig sind. In diesem Fall sind jedoch auch Energiekostensteigerungen zu berücksichtigen. Auch ist die Lebensdauer der Produkte maßgeblich, damit etwaig anfallende Ersatzbeschaffungen im Erneuerungszyklus mit einfließen können. Die einfachere Möglichkeit ist der Vergleich der Energiekosten über einen kurzen Zeitraum von einem Jahr. Eine Einbeziehung von Kostensteigerungen und Lebensdauer erübrigt sich dann, während eine Vergleichbarkeit der Preise weiterhin gegeben ist. Diese Methode eignet sich weniger für eine wirklich nachhaltige und realistische Bewertung, ist aber weniger aufwändig und daher bei vergleichsweise „kleineren“ Positionen angebracht.

²⁵⁹ Gaus, NZBau 2013, 401 (405) m.w.N.

Die Bieter machen ihre Angaben zum Energieverbrauch in den in der Leistungsbeschreibung vorgesehenen Feldern. Hierbei handelt es sich um **Eigenerklärungen** der Bieter, die der Auftraggeber gem. § 4 Abs. 6a) bzw. § 6 Abs. 5 VgV überprüfen darf und sich von den Bietern anhand von ergänzenden Informationen erläutern lassen darf. Diese in die VgV mit den übrigen Energieeffizienzvorschriften aufgenommene Regelung ist deklaratorischer Art. Es handelt sich um eine Art der Aufklärung des Angebotsinhalts i.S.v. § 15 EG VOB/A, § 18 EG VOL/A. Die Problematik der Eigenerklärungen werden wir unter Kap. 9.3.2.6. vertieft behandeln. Bei der Angebotswertung sind die hier von den Bietern gemachten Angaben durch ein Zuschlagskriterium „Energieeffizienz“ zu berücksichtigen.

Leistungsbeschreibung und Produktneutralität

Die Festlegung detaillierter technischer Spezifikationen in der Leistungsbeschreibung im Nachgang der LZK-Berechnungen in HOAI Phase 5 birgt das Risiko des Verstoßes gegen den Grundsatz der produktneutralen Ausschreibung, der bereits oben ausführlich beschrieben wurde und sich auch auf das Erstellen der Leistungsbeschreibung auswirkt. In der Tat birgt dieses Vorgehen ein Reibungsfeld mit dem Grundsatz der Produktneutralität, was die Vorschrift des § 4 Abs. 5 VgV „wettbewerbsrechtlich brisant“ macht²⁶⁰. Denn auch für die Festlegung von Mindestwerten für den Energieverbrauch ist die Kenntnis des Auftraggebers der am Markt verfügbaren Produkte nötig. Diese Kenntnis kann er sich entweder selbst verschaffen durch Zuhilfenahme der Produktdatenblätter, oder er schlägt den riskanten Weg der externen Beratung ein. Anhaltspunkt für weitere externe Leistungen können in diesem Zusammenhang die Bemühungen des Öko-Instituts sein, das für Verbraucher in seinen Eco-TopTen-Produkttempfehlungen für zehn Bereiche zusammenstellt, die sowohl Qualität als auch Folgekosten behandeln. Auch durch die eigene Recherche durch den Auftraggeber entsteht aber die Gefahr einer sachlich nicht gerechtfertigten Diskriminierung von Bietern. Hat der Auftraggeber aus Lebenszykluskostengründen ein bestimmtes Produkt im Auge und beschreibt dessen technische Spezifikationen detailliert in der Leistungsbeschreibung, kann dies nämlich eine Einengung des Wettbewerbes zur Folge haben. Vielfältige technische Vorgaben ohne die explizite Nennung eines Produktes, die faktisch aber nur durch ein Produkt erfüllt werden können, stellen eine verdeckte Produkt-

²⁶⁰ Gaus, NZBau 2013, 401 (403).

vorgabe dar, die ebenso grundsätzlich unzulässig ist. Für die Verwendung der in HOAI-Phase 5 gewonnenen Ergebnisse über die Lebenszykluskosten der Produkte ist die Feststellung der VK Arnsberg heranziehbar: „Die kleinteilige Übernahme der technischen Spezifikationen eines bereits vorher durch Planungsbüros oder in sonstiger Weise ausgewählter Produkte in das Leistungsverzeichnis erfolgt (...) immer wieder. Wenn ein Auftraggeber ein bestimmtes Produkt haben will, muss er dies eingehend, ggf. hinsichtlich jedem technisch relevanten Detail begründen, zum Beispiel auf der Basis eines Gesamtkonzept[s], bautechnischer Gutachten oder anderer Erkenntnisse²⁶¹.“ Der Bieter hat nämlich grundsätzlich das Recht „zu entscheiden, welche Produkte er zur Erfüllung der Leistungsbeschreibung anbieten möchte²⁶².“

Folge eines Verstoßes gegen den Grundsatz der Produktneutralität

Ein Verstoß gegen den Grundsatz der produktneutralen Ausschreibung kann bei einer Rüge ein Nachprüfungsverfahren und damit die Zurückversetzung des Vergabeverfahrens oder schlimmstenfalls seine Aufhebung zur Folge haben. Die Nachprüfungsinstanzen können jedoch die Entscheidung des öffentlichen Auftraggebers nur eingeschränkt daraufhin kontrollieren, ob sie auf sach- und auftragsbezogenen Gründen beruht, und nicht inhaltlich im Hinblick auf Vertretbarkeit, Nachvollziehbarkeit oder Richtigkeit²⁶³. Teils wird in der Rechtsprechung auch vertreten, dass der Auftraggeber vor der Entscheidung für eine bestimmte technische Lösung zunächst einen Überblick über die in Frage kommenden Alternativen verschaffen müsse²⁶⁴.

Auch eine Produktvorgabe kann jedoch ausnahmsweise zulässig sein. In diesem Fall stellt das bieterseitige Anbieten eines abweichenden Produktes eine unzulässige Änderung der Vergabeunterlagen dar und hat den Ausschluss des Bieters zur Folge.

Ausnahmetatbestände der zulässigen Produktvorgabe

Die Rechtfertigungsgründe für Produktvorgaben wurden bereits abstrakt erläutert, s.o.. „Die Festlegung muss durch die Eigenart und die Beschaffenheit der zu vergebenden

²⁶¹ VK Arnsberg, Beschluss vom 25.05.2009 - VK 8/09.

²⁶² Ohrtmann, VergabeR 2012, 376 (376) m.w.N.

²⁶³ OLG Düsseldorf, Beschl. v. 17.02.2010 - Verg 42/09; OLG Düsseldorf, Beschl. v. 15.06.2010 – VII-Verg 10/10

²⁶⁴ OLG Celle, Beschluss vom 22.05.2008 - 13 Verg 1/08 u. OLG Jena, Beschl. v. 26.06.2006 - 9 Verg 2/06.

Leistung gerechtfertigt sein²⁶⁵.“ Es kommt darauf an, ob aufgrund besonderer Umstände des Einzelfalls ein legitimes Interesse des Auftraggebers daran besteht, gerade dieses eine Produkt vorzuschreiben²⁶⁶. Als mögliche Rechtfertigungsgründe gelten technische Zwänge, gestalterische Gründe, die Zweckmäßigkeit einer einheitlichen Wartung sowie wirtschaftliche Aspekte²⁶⁷. Der Auswahl- und Beschaffungsentscheidung des Auftraggebers dürfen also keine sachfremden, willkürlichen oder diskriminierenden Erwägungen zugrunde liegen. Erforderlich ist ein legitimes Interesse des Auftraggebers, ein bestimmtes Produkt zu verwenden oder eine bestimmte Art der Ausführung zu erhalten²⁶⁸. Das OLG Celle hält es für zulässig, wenn der Auftraggeber ein technisch innovatives System anschaffen will und deshalb in der Leistungsbeschreibung eine Festlegung auf ein bestimmtes Produkt trifft²⁶⁹. Entgegen anderslautenden Auffassungen hat der Auftraggeber bei der Verwendung einer Produktvorgabe gem. § 7 EG Abs. 8 S. 1 VOB/A bzw. § 8 EG Abs. 7 S. 1 VOL/A nicht den Zusatz „oder gleichwertig“ anzubringen²⁷⁰. Dieser ist nur bei der Verwendung von Leitfabrikaten gem. S. 2 der Vorschrift zu verwenden.

Herstellerbezogene Vorgaben aus Designgründen

Werden aus „Designgründen“ in den Ausschreibungsunterlagen herstellerbezogene Vorgaben gemacht, kann auch dies im Hinblick auf den Grundsatz der Produktneutralität problematisch sein. Es ist zu klären, ob „Designgründe“ die Vorgabe sachlich und auftragsbezogen rechtfertigen. Maßgebend für die Vorgabe von bestimmten Erzeugnissen oder Verfahren dürfen immer nur die Eigenart und Beschaffenheit der zu vergebenden Leistung und nicht die subjektiven Erwägungen und Überlegungen des öffentlichen Auftraggebers sein²⁷¹. Unter den Ausnahmetatbestand können aber sehr wohl gestalterische Anforderungen fallen. In der Rechtsprechung wurde es z. B. als zulässig erachtet, dass der Auftraggeber „sich ganz bewusst auf Materialien festlegt, die aus

²⁶⁵ VK Lüneburg, Beschl. v. 02.12.2008 - VgK-41/08, BeckRS 2009, 12042.

²⁶⁶ Vgl. OLG Jena, Beschl. v. 26.06.2006 – 9 Verg 2/06, IBR 2006, 517.

²⁶⁷ vgl. VK Bund, Beschl. v. 09.08.2006 – VK 2-77/06.

²⁶⁸ VK Lüneburg, Beschl. v. 27.09.2011 - VgK-40/2011.

²⁶⁹ OLG Celle, Beschl. v. 22.05.2008 - 13 Verg 1/08.

²⁷⁰ A.A. Hertwig/Slawinski, in: Dreher/Motzke, Beck'scher Vergaberechtskommentar, § 7 VOB/A Rn. 117.

²⁷¹ OLG Düsseldorf, B. v. 14.3.2001, Verg 32/00; 2. VK Bund, B. v. 8.8.2003, VK 2 - 52/03.

seiner Sicht gestalterisch zusammen passen. Die optische Gestaltung ist ein sach- und auftragsbezogener Grund²⁷² (in diesem Fall hatte der Auftraggeber die Verwendung der Steinsorte „Irischer Blaustein“ aus bestimmten Steinbrüchen vorgeschrieben). Auch bei der Erweiterung eines bestehenden Gebäudes kann der Wunsch nach einer einheitlichen Optik eine Produktvorgabe rechtfertigen²⁷³. Schwerpunktmäßig werden in der Rechtsprechung also Fälle als zulässig erachtet, bei denen optische oder technische Gründe aufgrund der Eingliederung des Auftragsgegenstands in einen vorhandenen Bestand die Festlegung auf ein bestimmtes Produkt legitimieren, so bei einem Schnittstellenrisiko²⁷⁴ oder bei einem architektonischen Farbkonzept²⁷⁵. Hieraus lässt sich folgern, dass im Falle eines Neubaus, bei dem keine Anpassung an einen Bestand notwendig ist, die Rechtfertigung einer Produktvorgabe aus rein gestalterischen Gründen schwieriger ausfallen wird. Freilich steht es dem Auftraggeber aber nach wie vor frei, im Rahmen seines Leistungsbestimmungsrechtes die optischen Anforderungen hinsichtlich Form- und Farbgebung und Gestaltung in der Leistungsbeschreibung detailliert zu beschreiben.

Vorgabe von Leitfabrikaten wegen mangelnder Beschreibbarkeit

Kann der Auftragsgegenstand nicht hinreichend genau und allgemeinverständlich beschrieben werden, ist gem. § 7 EG Abs. 8 S. 2 VOB/A, § 8 EG Abs. 7 S. 2 VOL/A die Verwendung von Leitfabrikaten zulässig. Als Ausnahmevorschrift ist dies restriktiv auszulegen. Leitfabrikate sind Produktvorgaben unter der Zulassung gleichwertiger Produkte anderer Hersteller. Der Auftraggeber hat in diesem Fall zwingend den Zusatz „oder gleichwertig“ anzubringen. Dieser rechtfertigt die Vorgabe des Fabrikats jedoch nicht²⁷⁶, sondern es muss der oben beschriebene Ausnahmetatbestand der nicht hinreichend genauen und allgemeinverständlichen Beschreibbarkeit gegeben sein. Ob dies der Fall ist, obliegt dem Beurteilungsspielraum des Auftraggebers. Bieter, die ein anderes als das vorgegebene Produkt anbieten, haben dann die Gleichwertigkeit mit

²⁷² VK Münster, Beschluss vom 24.06.2011 - VK 6/11.

²⁷³ VK Südbayern, Beschluss vom 28.04.2005 - 13-03/05.

²⁷⁴ OLG Frankfurt, Beschl. v. 28.10.2003 – II Verg 9/0.

²⁷⁵ VK Thüringen, Beschl. v. 08.05.2008 – 150-4002.20-899.

²⁷⁶ VK Arnberg, Beschl. v. 10.08.2009 – VK 17/09 (VOL/A).

dem Leitfabrikat nachzuweisen – jedoch nicht bereits mit dem Angebot²⁷⁷. In der Regel wird der Nachweis der Gleichwertigkeit bei der Angebotsaufklärung (§ 15 EG VOB/A, § 18 EG VOL/A) beigebracht²⁷⁸. Nach der neuen Rechtsprechung des OLG Düsseldorf kann ein Bieter in dem Fall, dass der Auftraggeber ein Leitfabrikat verwendet hat, auch in mehreren Hauptangeboten verschiedene Produkte für diese Position anbieten²⁷⁹. Dies ist für den Bieter vorteilhaft, wenn er sich im Unklaren darüber ist, ob die von ihm angebotene Leistung vom Auftraggeber als gleichwertig anerkannt wird. Für den Auftraggeber mag die Prüfung und Bewertung der unterschiedlichen Angebote wie auch bei Nebenangeboten Mehraufwand bedeuten, kann aber insbesondere bei innovativen Produkten sein Blickfeld erweitern und zu einer Optimierung der Leistung beitragen.

Wurde ein Leitfabrikat unzulässiger Weise verwendet, hat dies wegen der Verletzung des Grundsatzes produktneutraler Ausschreibung und unzulässiger Bevorzugung der Leitprodukte die Wiederholung des Vergabeverfahrens zur Folge²⁸⁰.

Bedarfs- / Eventualpositionen

Bedarfspositionen (auch Eventualpositionen genannt) sind Leistungen, bei denen zur Zeit der Erstellung der Leistungsbeschreibung noch nicht feststeht, ob sie tatsächlich erforderlich werden. Die Entscheidung darüber trifft der Auftraggeber erst nach Zuschlagerteilung im Verlauf der Baumaßnahme. Ein klassisches Beispiel ist der Betreiber-Bauherr als Auftraggeber, der zur Zeit der Erstellung der Vergabeunterlagen noch nicht absehen kann, ob er Wartungsleistungen nach Erstellung des Bauwerkes selbst ausführt oder ob diese vom Auftragnehmer übernommen werden sollen. Er schreibt die Wartungsleistungen als Bedarfsposition aus und entscheidet erst nach Durchführung des Vergabeverfahrens, ob sie tatsächlich Bestandteil des Leistungssolls des Auftragnehmers sein sollen.

²⁷⁷ OLG Düsseldorf, Beschl. v.23.03.2010 - Verg 61/09, IBR 2010, 585.

²⁷⁸ Franke/Kaiser, in: Franke/Kemper/Zanner/Grünhagen, VOB Kommentar, § 7 EG VOB/A, Rn. 143.

²⁷⁹ OLG Düsseldorf, Beschl. v.23.03.2010 - Verg 61/09, IBR 2010, 585.

²⁸⁰ OLG Düsseldorf, Beschl. v. 23.03.2010 - Verg 61/09, IBR 2010, 585.

Zulässigkeit von Bedarfspositionen und mögliche Begründung

Da das beschriebene Vorgehen gegen das Gebot der eindeutigen und erschöpfenden Leistungsbeschreibung (§ 7 EG Abs. 1 Nr. 1 VOB/A, § 8 Abs. 1 VOL/A) verstoßen kann, Probleme bei der Wertung der Angebote und die Gefahr der Angebotsmanipulation mit sich bringt und damit einen Verstoß gegen das Gleichbehandlungsgebot bedeuten kann, spricht § 7 EG Abs. 1 Nr. 4 VOB/A für Bauleistungen die grundsätzliche Unzulässigkeit von Bedarfspositionen aus. Noch die alte Fassung des § 9 Nr. 1 VOB/A 2006 formulierte etwas milder, Bedarfspositionen seien ausnahmsweise zulässig. Auch heute sieht die Rechtsprechung die Ausschreibung von nur eventuell benötigten Leistungen aber nicht *per se* als unstatthaft an²⁸¹. Sie erkennt die Notwendigkeit von Bedarfspositionen in einzelnen Fällen an, so dass der Auftraggeber Bedarfspositionen unter folgenden, vom OLG Düsseldorf aufgestellten Voraussetzungen ausnahmsweise verwenden darf:

- Für den Auftraggeber darf es zur Zeit der Versendung der Vergabeunterlagen nicht voraussehbar sein, ob und unter welchen Voraussetzungen die betreffende Leistung erforderlich sein wird,
- es muss ein anzuerkennendes Bedürfnis an der Ausschreibung der Bedarfsposition bestehen und
- die Bedarfsposition muss als solche gekennzeichnet bzw. erkennbar sein²⁸².

Hier handelt es sich um eine strikte Ausnahmeregelung, die vom Auftraggeber nur dann angewendet werden sollte, wenn die Voraussetzungen unzweifelhaft erfüllt sind. Anderenfalls kann sogar die Aufhebung der Ausschreibung drohen²⁸³. Keinesfalls sollte der Auftraggeber also Bedarfspositionen zum Überspielen von vermeidbaren Planungslücken oder zur bloßen Markterforschung nutzen. Hat der Auftraggeber jedoch im Rahmen des Verhältnismäßigen „den Versuch einer eindeutigen Klärung der Leistungsbeschreibung unternommen²⁸⁴“, wobei als Kriterien der finanzielle und technische Aufwand für die genaue Bedarfsermittlung und das Fehlen von Fachkompetenz des

²⁸¹ OLG Düsseldorf, Beschl. v. 09.01.2013 - Verg 26/12.

²⁸² OLG Düsseldorf, Beschl. v. 10.02.2010 - Verg 36/09, IBR 2011, 235.

²⁸³ Franke/Kaiser, in: Franke/Kemper/Zanner/Grünhagen, VOB, § 7 EG, Rn. 70.

²⁸⁴ OLG Düsseldorf, Beschl. v. 28.02.2008 – VII-Verg 57/06, BeckRS 2010, 06333.

Auftraggeber herangezogen werden können²⁸⁵, ist der Voraussetzung der Unvorhersehbarkeit Genüge getan.

Praktisch relevant wird die Frage der Zulässigkeit vor allem bei an die anlagenbezogenen Bauleistungen angehängten Wartungsleistungen. Ob diese als Bedarfsposition ausgeschrieben werden dürfen, ist im Einzelfall zu entscheiden. Im Hinblick auf die vor allem bei Großprojekten teils sehr langen Bauzeiten ist es denkbar, dass auch ein sorgfältig planender Auftraggeber als Betreiber-Bauherr nicht bereits bei der Vorbereitung der Ausschreibung weiß, ob er zur Zeit der Inbetriebnahme genügend eigenes Personal für die Erbringung der Wartungsleistungen zur Verfügung haben wird. Der sich aus dem Zeitablauf ergebende Unsicherheitsfaktor wird dann noch erhöht, wenn die Wartungsleistungen erst nach Ablauf von Garantiefrieten zu erbringen sind. Unter diesen Voraussetzungen ist von der Zulässigkeit der Bedarfsposition auszugehen.

Dies vorweggenommen, müssen die vom Auftraggeber zulässigerweise verwendeten Bedarfspositionen sich jedoch zahlenmäßig trotzdem im Rahmen halten. Anderenfalls kann dies ein nach § 7 EG Abs. 1 Nr. 3 VOB/A unzulässiges ungewöhnliches Wagnis für die Bieter darstellen. Hatte die Rechtsprechung zunächst prozentuale Obergrenzen für die Zulässigkeit von Bedarfspositionen ins Auge gefasst²⁸⁶, hat sie hiervon zugunsten einer Einzelfallbetrachtung wieder Abstand genommen. Die Bedarfspositionen müssen nunmehr jedenfalls von untergeordnetem Umfang sein²⁸⁷. Hauptanhaltspunkt für die Beurteilung ist die Kalkulierbarkeit der Angebote durch die Bieter²⁸⁸.

Uneinheitliche Regelungslage zur Zulässigkeit von Bedarfspositionen

Für Liefer- und Dienstleistungen und im Sektorenbereich gibt es keine dem § 7 EG Abs. 1 Nr. 4 VOB/A entsprechende Regelung. Auch das ausdrückliche Verbot des ungewöhnlichen Wagnisses gibt es dort nicht. Jedenfalls die quantitative Beschränkung

²⁸⁵ Stoye/Brugger, Handlungsoption Offenes Leistungssoll? Spielräume und Grenzen bei der Ausschreibung von Wahl- und Bedarfspositionen, VergabeR 2a, 2013, 376 – 384 (380).

²⁸⁶ Z. B. 15 % nach VK Bund, Beschl. v. 14.07.2005 – VK 1-50/05, <http://www.bundeskartellamt.de/wDeutsch/archiv/EntschVergArchiv/2005/EntschVergabe.php>.

²⁸⁷ OLG Dresden, Beschl. v. 02.08.2011 – Wverg 4/11, IBR 2011, 656.

²⁸⁸ VK Brandenburg, Beschl. v. 09.05.2011 - VK 10/11.

der zulässigen Bedarfspositionen wird aber mit der Begründung der Kalkulierbarkeit auch im Bereich der VOL/A und der SektVO als sinnvoll erachtet²⁸⁹.

Striktes Verbot von Bedarfspositionen in den Vergabehandbüchern

Selbst innerhalb des Anwendungsbereichs der VOB/A ist die Zulässigkeit von Bedarfspositionen nicht einheitlich geregelt. So schreibt das Vergabehandbuch (VHB) für Baumaßnahmen des Bundes²⁹⁰ sogar vor, dass Bedarfspositionen weder in das Leistungsverzeichnis noch in die übrigen Vergabeunterlagen aufgenommen werden dürfen²⁹¹. Dies ist das Ergebnis einer „rückläufigen“ Entwicklung seit 2000, als das VHB noch Ausnahmetatbestände benannte und den Umfang der zulässigen Bedarfspositionen auf 10 % festsetzte²⁹². Ausnahmen sind bei Bundeshochbaumaßnahmen aber nach dem heute geltenden Wortlaut nicht mehr erlaubt. Das VHB, das als Verwaltungsvorschrift eine einheitliche Anwendung der Vergabeordnungen gewährleisten soll, bindet Bundesbehörden innenrechtlich. Und nicht nur sie: Der Anwendungsbereich des VHB erstreckt sich darüber hinaus mittelbar auf Landesbehörden, da die meisten Bundesländer die Regelungen teils mit landesspezifischen Ergänzungen als verbindlich eingeführt und auch den kommunalen Auftraggebern zur Anwendung empfohlen haben²⁹³. Dieses strikte Verbot hat keine Grundlage in der VOB/A. Auch fachlich ist es unumstößlich, dass in bestimmten Fällen der Ansatz von Bedarfspositionen erlaubt sein muss. Ein Anwendungsgebiet ist laut Motzke das Bauen im Bestand²⁹⁴. Trotz umfassender Bestandanalyse kann es bei Umbau- oder Modernisierungsmaßnahmen vorkommen, dass die Notwendigkeit einer Leistung nicht von vorneherein absehbar ist. Ebenso im Tiefbau, bei dem ein verbleibendes Baugrundrisiko anerkannt ist. Der Auftraggeber muss in diesen Fällen die Möglichkeit haben, die betreffenden Leistungen als Bedarfsposition in die Leistungsbeschreibung aufzunehmen. Die sonst folgende

²⁸⁹ vgl. Stoye/Brugger, Handlungsoption Offenes Leistungssoll? Spielräume und Grenzen bei der Ausschreibung von Wahl- und Bedarfspositionen, VergabeR 2a, 2013, 376 – 384 (381) m.w.N.

²⁹⁰ Vergabe- und Vertragshandbuch für die Baumaßnahmen des Bundes, Ausgabe 2008 - Stand August 2012 (VHB 2008).

²⁹¹ VHB 2008, RL 100, Ziff. 4.6.

²⁹² VHB 2000, RL Nr. 4.3 zu § 9 VOB/A.

²⁹³ Vgl. bspw. Handbuch für die Vergabe und Durchführung von Bauleistungen durch Behörden des Freistaates Bayern (VHB Bayern), Ziff. 1.

²⁹⁴ Motzke, in: Dreher/Motzke, Beck'scher Vergaberechtskommentar, 2. Aufl. 2013, § 4 VOB/A, Rn. 93.

Konsequenz, dass die Leistung durch den Auftraggeber bei Anfall gesondert und möglicherweise am Vergaberecht vorbei beauftragt wird, kann nicht im Sinne der Ministerien sein. Denn hierdurch würden die Grundsätze der Transparenz und des Wettbewerbs, die vorgeblich durch das strikte Verbot von Bedarfspositionen geschützt werden sollen, in mindestens demselben Maße verletzt.

Die Vergabehandbücher haben als Verwaltungsvorschrift nur reine Innenwirkung und offerieren keinen Bieterschutz (abgesehen vom Gleichbehandlungsgrundsatz aus Art. 3 Abs. 1 GG). Dennoch zeigt die Erfahrung, dass viele Vergabestellen Bedarfspositionen mit Verweis auf das VHB strikt ablehnen. Es ist jedoch kaum vorstellbar, wie öffentliche Auftraggeber ohne Bedarfspositionen im Rahmen des Zumutbaren auf Unsicherheiten bei der Leistungsbeschreibung reagieren sollen.

Wertung von Bedarfs- /Eventualpositionen

Neben der Frage der Zulässigkeit von Bedarfs- /Eventualpositionen ist zu klären, ob und wie der Auftraggeber, nimmt er dennoch solche Positionen zulässigerweise in das Leistungsverzeichnis auf, die Angaben des Bieters zu bewerten hat. Ob Eventual- (oder Bedarfspositionen) bei der Angebotswertung berücksichtigt werden dürfen, ist hoch umstritten. Dies wird auch als Grund dafür angesehen, weshalb in RL 100 Nr. 4.6 des VHB Bedarfs- /Eventualpositionen strikt als unzulässig erklärt werden²⁹⁵. Teils wird mit der Argumentation der Vermeidung von Willkür durch den Auftraggeber vertreten, dass Bedarfspositionen grundsätzlich nicht gewertet werden dürfen²⁹⁶. Mit der gleichen Begründung lässt sich jedoch auch vertreten, dass Bedarfspositionen grundsätzlich vollumfänglich gewertet werden müssen²⁹⁷. Dies verhindert jedenfalls fiktive (hohe) Preisgestaltungen durch die Bieter, die der Auftraggeber zwar nicht werten darf, an die er aber im Fall der Zuschlagserteilung gebunden ist. Als Mittelweg wird angedacht, die Positionen entsprechend der Wahrscheinlichkeit des Bedarfsfalls (insofern eine Prognose möglich ist) mit z. B. 50 % zu werten²⁹⁸. Selbstverständlich hat der Auftraggeber

²⁹⁵ Schellenberg, in: Pünder/Schellenberg, Vergaberecht, § 7 VOB/A Rn. 37.

²⁹⁶ VK Bund, Beschl. v. 08.02.2005 - VK 1-02/05.

²⁹⁷ OLG Düsseldorf, Beschl. v. 10.02.2010 – VII-Verg 36/09, IBR 2011, 235 mit Verw. auf BGH, Urt. v. 6.2.2002 - V ZR 185/99, VergabeR 2002, 369, 372; VK Schleswig-Holstein, Beschl. v. 12.07.2005 - VK-SH 14/05, BeckRS 2005, 09497.

²⁹⁸ Opitz, in: Dreher/Motzke, Beck'scher Vergaberechtskommentar, 2. Auflage 2013, § 16 VOB/A, Rn. 336.

den Bietern sowohl die Gründe für die Aufnahme als Bedarfsposition als auch die Wertungsmodalitäten transparent mitzuteilen.

Alternativ- /Wahlpositionen

Alternativpositionen (auch Wahlpositionen) sind Positionen, bei denen sich der Auftraggeber noch nicht festlegen möchte und daher selbst mehrere Alternativen der Leistungserbringung ausschreibt, von denen er nach Kenntnisnahme der Angebotsinhalte eine Alternative für den Zuschlag auswählt²⁹⁹.

Zulässigkeit von Alternativpositionen

Anders als Bedarfspositionen erklärt die VOB/A Alternativpositionen nicht grundsätzlich als unzulässig. Die Problemlage der eindeutigen und erschöpfenden Leistungsbeschreibung (§ 7 EG Abs. 1 S. 1 VOB/A) und der Transparenz des Vergabeverfahrens (§ 97 Abs. 1 GWB) ist durch Alternativpositionen jedoch ebenso berührt, da auch hier die Möglichkeit der Willkür durch den Auftraggeber mitschwingt. Deshalb geht die Rechtsprechung von einer grundsätzlichen Unzulässigkeit von Alternativpositionen aus³⁰⁰. Auch das VHB lehnt konsequent die Zulässigkeit solcher Positionen ab³⁰¹. Die für Bedarfspositionen bereits dargestellten Grundsätze und Ausnahmevoraussetzungen sind somit auf Alternativpositionen übertragbar. Der Auftraggeber hat dabei zu beachten, dass er die Bieter transparent darüber aufklären muss, weshalb die Alternativpositionen in die Leistungsbeschreibung aufgenommen werden und vor allem, nach welchen Kriterien er letztendlich die Auswahl treffen wird, welche der Positionen zur Ausführung kommen soll.

Gründe für Alternativ-/Wahlpositionen

Alternativpositionen können dazu dienen, dem Auftraggeber zu ermöglichen, seinen Bedarf zu günstigen Preisen zu decken³⁰². Will der Auftraggeber die Entscheidung zwischen zwei Produkten erst mit Kenntnis der Preise treffen, kann dies ein berechtigtes

²⁹⁹ VK Bund, Beschl. v. 18.06.2012 - VK 2-53/12, IBR 2013, 43.

³⁰⁰ VK Bund, Beschl. v. 18.06.2012 - VK 2-53/12VK, IBR 2013, 43; VK Baden-Württemberg, Beschluss v. 09.06.2011 - 1 VK 26/11.

³⁰¹ VHB 2008, RL 100, Ziff. 4.6.

³⁰² OLG Düsseldorf, Beschl. v. 22.02.2012 - Verg 87/11, BeckRS 2012, 08573.

Interesse an dem einstweiligen Offenlassen der Position darstellen³⁰³. Dieses wirtschaftliche Bedürfnis des Auftraggebers ist in den meisten Fällen der Grund für die Verwendung von Alternativpositionen und kann – bei Einhalten der oben genannten Voraussetzungen – auch für lebenszyklusorientierte Ausschreibungen genutzt werden. Insbesondere im Hinblick auf die durch den Auftraggeber vorzunehmende Berechnung der Amortisationszeiten der Produkte sind Alternativpositionen dienlich. Der Auftraggeber kann beispielsweise zwei Leuchten alternativ in die Leistungsbeschreibung aufnehmen, die unterschiedlich energieeffizient sind. Eine Leuchte mit einem Verbrauch von 11 Kw/h ist teurer als eine solche mit einem Verbrauch von 60 Kw/h. Die Investitionskosten sollen sich durch energiesparendes Produktverhalten amortisieren. Ob die anfänglichen Mehrkosten sich jedoch in einem maximalen Zeitraum von beispielsweise fünf Jahren amortisieren, kann der Auftraggeber erst mit Kenntnis des genauen Investitionspreises berechnen, den er mit dem Angebot genannt bekommt. Erst dann kann er eine sachgerechte Entscheidung für eine der beiden Positionen treffen. Es spricht dann auch nichts dagegen, als Auswahlkriterium zwischen zwei alternativen Produkten anstatt des Preises den Energieverbrauch oder die Lebensdauer festzulegen. Wie dies im Detail umgesetzt wird, hängt von der weiteren Ausgestaltung der Leistungsbeschreibung und maßgeblich von den übrigen Produkthanforderungen ab, die der Auftraggeber festlegt. Im Laufe des Lebenszyklus fallen außerdem neben den energetischen auch weitere Kosten, z. B. durch Wartung, an. Die Wartungskosten können insbesondere bei energieeffizienten Produkten vergleichsweise hoch ausfallen. Eine nachhaltige Betrachtung der Lebenszykluskosten kann und muss deshalb auch manchmal zu dem Ergebnis führen, dass der Auftraggeber sich wegen der zu hohen Folgekosten für das günstigere Produkt entscheidet.

Bei der Untersuchung von Lösungsalternativen stellen Alternativpositionen also eine methodische Grundvoraussetzung dar. Auch hier gilt jedoch, dass selbst bei Einhalten der Zulässigkeitsvoraussetzungen der Umfang der Alternativpositionen dem Hauptumfang der Leistung untergeordnet sein muss und daher mengenmäßig beschränkt ist. Vor allen Dingen darf die Verwendung von Alternativpositionen nicht in eine unzulässige Markterkundung ausarten, durch die der Auftraggeber sich aufwändige Recherchen vor der Ausschreibung erspart (vgl. oben). Wo hier die Grenzen liegen, ist durch die

³⁰³ Vgl. OLG Düsseldorf, Beschl. v. 13.04.2011 - Verg 58/10, IBR 2011, 354.

Rechtsprechung bisher leider nicht geklärt bzw. bleibt der Einzelfallbetrachtung überlassen.

Bewertung von Alternativ- /Wahlpositionen

Da zur Zeit der Zuschlagerteilung feststeht, welche der alternativen Positionen beauftragt wird, sind bei der Wertung keine Besonderheiten zu beachten.

Nebenangebote

Bei Ausschreibungen mit Leistungsverzeichnis haben die Bieter wenige Möglichkeiten, von der vom Auftraggeber vorgesehenen technischen Lösung abzuweichen. Selbst wenn der Bieter davon überzeugt ist, dass seine „Alternativlösung“ besser ist und das vom Auftraggeber bezweckte Ziel ebenso erreicht, darf er nicht eigenmächtig von den Vorgaben des Leistungsverzeichnisses abweichen. Anderenfalls ist das Angebot wegen unzulässiger Änderung der Vergabeunterlagen vom weiteren Verfahren auszuschließen (§ 16 EG Abs. 1 Nr. 1 lit. b) i.V.m. § 13 EG Abs. 1 Nr. 5 VOB/A). Einen Ausweg hiervon bieten Nebenangebote, mittels derer die Bieter ihre alternativen (und oft innovative) Lösungsvorschläge zulässigerweise anbieten dürfen. Für Auftraggeber, die vorteilhafte technische Alternativlösungen nicht ausschließen wollen, die sie möglicherweise aufgrund ihres innovativen Charakters nicht in der Leistungsbeschreibung berücksichtigen konnten, sind Nebenangebote von hohem Wert. Gerade auch bei der Lebenszykluskostenminimierung darf das technische Spezialwissen der Bieter nicht unterschätzt werden. Den Bietern sollte eine Plattform zur Anwendung ihres Fachwissens zur Verfügung gestellt werden, indem Nebenangebote zugelassen werden. Dies muss der Auftraggeber bei Bauvergaben im Oberschwellenbereich ausdrücklich tun (§ 8 EG Abs. 2 Nr. 3 VOB/A), während im Unterschwellenbereich Nebenangebote grundsätzlich zugelassen sind (§ 8 Abs. 2 Nr. 3 VOB/A). Der Auftraggeber kann die Zulassung von Nebenangeboten auch auf bestimmte LV-Positionen beschränken. Lässt der Auftraggeber Nebenangebote zu, ist er sodann verpflichtet, hierfür die Mindestbedingungen festzulegen. Um aber das Innovationspotenzial von Nebenangeboten nicht zu sehr einzuengen, sollte der Auftraggeber die Mindestanforderungen nicht zu eng formulieren³⁰⁴. Erforderlich sind hier leistungsbezogenem sachlich-technische Anga-

³⁰⁴ Franke/Klein, ... § 8 EG, Rn. 38; vgl. auch BR-Drucks. 552/09 S. 45.

ben³⁰⁵, die als Positiv- oder Negativkriterien ausgestaltet sein können. In jedem Fall haben die gleichen Mindestanforderungen wie für die Hauptangebote zu gelten, darüber hinaus kann der Auftraggeber zusätzliche Mindestanforderungen festlegen. Es ist möglich, die Mindestanforderungen funktional zu bestimmen, indem der Auftraggeber seine Erwartungen an die ausgeschriebene Leistung und an das angestrebte Ergebnis formuliert³⁰⁶. Fordert der Auftraggeber beispielsweise im Leistungsverzeichnis eine LED-Lampe, kann er diesbezüglich Nebenangebote zulassen und fordern, dass als Mindestanforderungen die Lichtfarbe Warmweiß, eine Lichtleistung je Watt von 80 Lumen, und ein maximaler Stromverbrauch von 2,5 Watt erfüllt werden müssen. Hat ein Bieter ein anderes Leuchtmittel (z. B. eine Energiesparlampe), das diese Anforderungen erfüllt, kann er diese dann als Nebenangebot anbieten. Dies zeigt aber auch bereits ein in der Praxis verbreitetes Manko von Nebenangeboten auf: Zumeist werden durch Nebenangebote eher günstige Preise als innovative Produktalternativen erzielt. Der Auftraggeber sollte also deutlich machen, dass es ihm besonders um innovative Lösungen geht. Dies kann er durch eine allgemeine Bemerkung in der Leistungsbeschreibung tun, die dann durch entsprechende „belohnende“ Zuschlagskriterien (z. B. besonders niedriger Energieverbrauch) und deren Gewichtung unterlegt wird.

9.3.2.4 Implementierung von Lebenszykluskriterien bei Eignungs- und Zuschlagskriterien

Sowohl bei der Eignungsprüfung als auch bei der Angebotswertung kann der Auftraggeber Kriterien der Nachhaltigkeit berücksichtigen. Bei der Definition der Kriterien kann er darauf Einfluss nehmen, dass die ausgewählten Bieterunternehmen und ihre Angebote seinen Anforderungen genügen, und zwar unabhängig von der Verfahrensart und davon, ob es für die Prüfung der Bieterreignung einen vorgeschalteten Teilnahmewettbewerb gibt oder nicht. Es ist jedoch ganz klar zu betonen, dass die Berücksichtigung von Lebenszykluskriterien schwerpunktmäßig bei der Festlegung der Zuschlagskriterien zu erfolgen hat. Bis auf einige Ausnahmen ist für eine Implementierung in der Eignungsprüfung kein Raum.

³⁰⁵ OLG Koblenz, Beschl. v. 31.05.2006 – 1 Verg 3/06, IBR 2006, 639 (m. Anm. Mertens).

³⁰⁶ Franke/Klein, ... § 8 EG, Rn. 38.

Eignungskriterien

Hier werden die Anforderungen an die Bieter formuliert. Anhand einer Prüfung der Fachkunde, Leistungsfähigkeit, Zuverlässigkeit und der Gesetzestreue hat der Auftraggeber eine Prognose darüber anzustellen, ob die Bieterunternehmen persönlich und sachlich eine einwandfreie Ausführung des Auftrags erwarten lassen (s. § 97 Abs. 4 GWB, 6 EG Abs. 3 VOB/A und § 7 EG VOL/A), also geeignet sind. Die o.g. Kriterien sind unbestimmte Rechtsbegriffe³⁰⁷ und sind vom Auftraggeber entsprechend dem zu vergebenden Auftrag zu konkretisieren. Gleichzeitig ist die Aufzählung der auf Art. 48 Abs. 1 u. 6 VKR beruhenden Eignungskriterien abschließend. Eignungskriterien müssen immer konkreten Bezug zum zu vergebenden Auftrag haben. Der Auftraggeber hat sie in der Bekanntmachung zu nennen.

Die Berücksichtigung von Nachhaltigkeits- und Lebenszyklusaspekten ist anhand folgender Kriterien zulässig:

Ausschluss wegen Umweltstraftaten

Ein Verstoß gegen umweltrechtliche Bestimmungen kann eine schwere berufliche Verfehlung darstellen, vgl. Vorb. 43) der VKR. Haben Bauunternehmen wiederholt gegen Umweltbestimmungen verstoßen und wurden deswegen rechtskräftig verurteilt, können sie deshalb vom weiteren Verfahren auszuschließen sein, § 6 Abs. 3 Nr. 2 S. 1 lit. g) VOB/A, § 6 Abs. 5 lit. c VOL/A.

Referenzleistungen

Großen Einfluss auf den Kreis der Bieter kann der Auftraggeber durch das Abfragen von vergleichbaren Leistungen nehmen. Dies ist Bestandteil des Kriteriums „Fachkunde“. Der Auftraggeber kann fordern, dass der Bieter mit dem zu vergebenden Auftrag vergleichbare Leistungen bereits ausgeführt hat und deshalb über spezifische Erfahrungen für den entsprechenden Auftragsgegenstand verfügt. Um die Beurteilung der Vergleichbarkeit transparent zu gestalten, sollte der Auftraggeber Mindestanforderungen zur Qualität der Referenzen festlegen. Er kann z. B. (je nach Art der zu vergebenden Leistung, den Zusammenhang mit dem Auftragsgegenstand stets vorausgesetzt) die Bieter auffordern, darzulegen, dass sie praktische Erfahrung im Entwurf energieeffizienter Bauwerke haben, mit DGNB, BnB oder LEED ausgezeichnete Referenzprojek-

³⁰⁷ BayObLG, Beschl. v. 03.07.2002 – Verg 13/02, VergabeR 2002, 637.

te erbracht haben, im Einsatz erneuerbarer Energiequellen, bei der Planung von Lüftungssystemen mit Wärmerückgewinnung und mit bioklimatischer Architektur³⁰⁸. Bei gewerkeweisen Ausschreibungen lässt sich dies auf praktische Erfahrungen bei der Lieferung und der Montage besonders energieeffizienter Produkte etc. übertragen.

Qualifikation des Personals

Das für die Auftragsausführung beim Bieter verantwortliche Personal kann der Auftraggeber auch in seine Prüfung der Fachkunde einbeziehen. Er kann fordern, dass die Bieter darstellen, dass die mitwirkenden Mitarbeiter die für den jeweiligen Auftrag notwendigen Kenntnisse und Erfahrungen haben. Hierunter können berufliche Qualifikationen und persönlich erbrachte Referenzleistungen fallen.

Umweltmanagementmaßnahmen

Die Leistungsfähigkeit ist gegeben, wenn das Unternehmen über die personellen, technischen, kaufmännischen und finanziellen Mittel verfügt, um die Leistung fachlich einwandfrei und fristgerecht ausführen zu können³⁰⁹. Sind für den zu vergebenden Auftrag Umweltmanagementmaßnahmen von Belang, kann der Auftraggeber den Nachweis verlangen, dass der Bieter die technische Kapazität für die jeweiligen Anforderungen erfüllt, vgl. § 6 EG Abs. 9 VOB/A, § 8 EG Abs. 11 VOL/A. Als Nachweis kann zum Beispiel die Zertifizierung nach EMAS oder ISO 14001 oder ein gleichwertiges Zertifikat gelten.

Bewertung der Eignung der Nachunternehmer

Gem. § 6 EG Abs. 8 S. 1 VOB/A, § 7 EG Abs. 9 S. 1 VOL/A (diese setzen die Vorgaben des Art. 48 Abs. 3 VKR um) können Bieter sich zur Erfüllung des Auftrags der Fähigkeiten anderer Unternehmen bedienen. Da dies ausdrücklich ungeachtet der rechtlichen Verbindungen zwischen Bieter und Nachunternehmer gilt (S. 2), ist auch der Ein-

³⁰⁸ Vgl. auch die Darstellung im GPP-Schulungs-Toolkit der Europäischen Kommission, Modul 3, Ziff. 3.1.1

http://www.google.de/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CDAQFjAA&url=http%3A%2F%2Fec.europa.eu%2Fenvironment%2Fgpp%2Fpdf%2Ftoolkit%2Fconstruction_GPP_product_sheet_de.pdf&ei=DL57UoX8IM3NswbKkYDICw&usg=AFQjCNFtKzMoeJfHsxEaHhF0Q-vJLBXf0g&bvm=bv.56146854,d.Yms

³⁰⁹ Opitz, in: Dreher/Motzke, Beck'scher Vergaberechtskommentar, 2. Auflage (2013); VK Bund, Beschl. v. 07.07.2005 – VK 2 – 66/05; VK Bund, Beschl. v. 10.12.2003 – VK 2 – 116/03; VK Bund, Beschl. v. 09.01.2001 – VK 2 – 40/00, VergabeR 2001, 138.

satz von **Generalübernehmern** danach zulässig. Der Auftraggeber kann, einen Zusammenhang mit der Leistung stets vorausgesetzt, also auch die Eignung der Nachunternehmer überprüfen, die der Bieter einsetzen will. Der Auftraggeber kann auf diesem Wege auch bei Dritten, die lediglich Know-How in die Leistungsausführung mitbringen, Eignungskriterien abfragen.³¹⁰ Dies hat er jedoch in der Bekanntmachung eindeutig zu fordern.³¹¹ Der Bieter wiederum kann sich unabhängig davon in jedem Fall auf die Fähigkeiten seiner Nachunternehmer berufen. Er hat auf Aufforderung des Auftraggebers dann mittels einer Verpflichtungserklärung o.ä. nachzuweisen, dass ihm die erforderlichen Mittel für die Auftragsausführung zur Verfügung stehen, S. 3 der Vorschrift.

Nachunternehmer können sowohl **Produkthersteller** als auch **Vorlieferanten** sein³¹². Wie bereits angesprochen, sind die Fähigkeiten und das Wissen der Hersteller auch bei der Vorbereitung der Ausschreibung in der HOAI-Phase 5 für die bauteilbezogene Ermittlung von Lebenszyklusqualitäten von hohem Interesse für Auftraggeber. Die Ausweitung der Eignungsprüfung auf die Hersteller ist dem Auftraggeber aber nur möglich, wenn diese auch wirklich Nachunternehmer des Bieters sind. Hier ist dann wiederum zu berücksichtigen, dass der Nachunternehmerbegriff keine Unternehmen umfasst, die lediglich Hilfsleistungen erbringen³¹³. Insbesondere Baustofflieferanten, die das gelieferte Material nicht selbst verarbeiten, sind keine Nachunternehmer³¹⁴.

Auch darf die Eignungsprüfung grundsätzlich keine Vorwegnahme einer Leistungsbeurteilung beinhalten, weswegen es z. B. unzulässig ist, einen Nachweis dafür zu fordern, dass der Bieter autorisierter Händler für ein nachgefragtes Produkt ist³¹⁵. Zu den aktuellen Entwicklungen des grundsätzlichen Verbots der Vermischung von Eignungs- und Zuschlagskriterien s. u.. Nach den dort erläuterten Maßgaben kann der Auftraggeber Kriterien wie Ersatzteillieferungen, Servicelevel und Schulungen in die Angebotsbewertung einbeziehen, wenn er entsprechende **Zuschlagskriterien** definiert. Als Leistungsbestandteil kann er nämlich in der Leistungsbeschreibung von den Bietern for-

³¹⁰ Mertens, in: Franke/Kemper/Zanner/Grünhagen (Hrsg.), VOB Kommentar, § 6 EG VOB/A, Rn. 163.

³¹¹ OLG München, Beschl. v. 09.08.2012 - Verg 10/12, IBR 2012, 666.

³¹² OLG Düsseldorf, Beschl. v. 16.12.2009 - Verg 32/09, IBR 2010, 292.

³¹³ OLG Naumburg, Beschl. v. 26.01.2005, 1 Verg 21/04, IBR 2005, 1245.

³¹⁴ OLG Naumburg, Beschl. v. 04.09.2008 - 1 Verg 4/08, IBR 3008, 676.

³¹⁵ VK Düsseldorf, Beschl. v. 23.05.2008 - VK-7/2008-L.

dern, Konzepte für die entsprechenden Fragestellungen zu erstellen. Dies ist dann zulässig, wenn diese Kriterien einen maßgeblichen Einfluss auf die Qualität der Auftragsausführung haben. Dementsprechend können auch nur angebotsbezogene Kriterien auf diese Weise einbezogen werden, keine herstellerbezogenen.

Zuschlagskriterien

Der Zuschlag ist auf das wirtschaftlichste Angebot zu erteilen, § 97 Abs. 5 GWB. Hier ist das Preis-Leistungsverhältnis ausschlaggebend, nicht allein das niedrigste Angebot³¹⁶. Die Zuschlagskriterien lassen sich also in zwei Kategorien aufteilen: preisbezogene Kriterien und qualitätsbezogene Kriterien. Zuschlagskriterien sind einzelne Kriterien mit einem konkreten, sachlichen Bezug zum Auftragsgegenstand³¹⁷. Sie müssen sich auf Tatsachen beziehen, die einer Bewertung zugänglich sind. Sinn und Zweck der Zuschlagskriterien muss nämlich auch sein, eine Vergleichbarkeit der Angebote sicherzustellen, da sonst einer willkürlichen Bewertung Tür und Tor geöffnet sind. Solange die Zuschlagskriterien sich auf den konkreten Auftragsgegenstand beziehen, ist der öffentliche Auftraggeber grundsätzlich frei in der Wahl der Kriterien. Zuschlagskriterien müssen jedoch diskriminierungsfrei, willkürfrei und sachgemäß sein. Um eine objektive Bewertung der Angebote zu gewährleisten, verbieten sich subjektive Kriterien, die allein der Betrachtung des Auftraggebers unterliegen. Eine abschließende Auflistung gibt der Gesetzgeber – anders als bei den Eignungskriterien – nicht vor. Der Kontrolle der Nachprüfungsinstanzen unterliegt die Wahl der Zuschlagskriterien nicht³¹⁸, die Beschaffungsentscheidung ist lediglich daraufhin kontrollierbar, ob sie auf sach- und auftragsbezogenen Gründen beruht³¹⁹. Es ist offensichtlich, dass diese Freiheit bei der Wahl der Zuschlagskriterien dem öffentlichen Auftraggeber neben dem vorgelagerten Bereich der Bestimmung des Auftragsgegenstands und der Formulierung der technischen Mindestanforderungen vielfältige Möglichkeiten gewährt, Lebenszykluskosten bei der Wahl des Angebots zu berücksichtigen. Durch die Festlegung der Zuschlagskriterien entsteht Wettbewerb um die aus Sicht des Auftraggebers beste Lösung. Die

³¹⁶ OLG Düsseldorf, Beschl. v. 28.04.2008 - Az.: VII - Verg 1/08, BeckRS 2008, 15517; OLG Naumburg, Beschl. v. 05.12.2008 - Az.: 1 Verg 9/08, BeckRS 2009, 02589.

³¹⁷ Frenz in: Willenbruch/Wieddekind, Vergaberecht Kompaktcommentar, 2. Auflage, 1. Los, § [97](#) GWB, Rdnr. 40.

³¹⁸ OLG Düsseldorf, Beschl. v. 14.04. 2005 - VII-Verg 93/04.

³¹⁹ OLG Düsseldorf, Beschl. v. 17.02.20120 - VII-Verg 42/09.

Festlegung der technischen Mindestanforderungen in der Leistungsbeschreibung und die Zuschlagskriterien ergänzen sich also gegenseitig.

Einbeziehung von Nachhaltigkeitskriterien aufgrund der EuGH-Rechtsprechung

Zwei hervorzuhebende Entscheidungen des EuGH, die zwar noch zu den alten Vergaberichtlinien ergangen, aber übertragbar sind, haben die grundsätzliche Zulässigkeit der Implementierung von Umweltkriterien in die Bewertung der Wirtschaftlichkeit von Angeboten konstatiert und damit eine Änderung der bis dahin herrschenden Auffassung³²⁰ bewirkt, bevor dies auch Einzug in die europäischen und nationalen Vergabevorschriften fand (vgl. nun Art. 53 Abs. 1 lit. a VKR und die den Wirtschaftlichkeitsbegriff des § 97 Abs. 5 GWB konkretisierenden Vorgaben der VgV und der Vergabeordnungen). In der *Concordia Bus Finland-Entscheidung*³²¹ von 2002 hat der EuGH im Zusammenhang mit der Berücksichtigung von Abgaswerten im Busverkehr als Qualitätskriterium, welche der Gerichtshof zum ersten Mal explizit als zulässig erachtete, festgelegt, dass Zuschlagskriterien einen Zusammenhang mit dem Auftragsgegenstand aufweisen müssen. Daneben hielt er fest, dass durch ein Zuschlagskriterium dem Auftraggeber nicht immer ein wirtschaftlicher Vorteil entstehen muss. Im zugrundeliegenden Sachverhalt wurden bei der Ausschreibung des innerstädtischen Busverkehrs der Stadt Helsinki als Qualitätskriterium unter anderem die Stickoxidemissionen der Busse berücksichtigt. In der *Wienstrom-Entscheidung*³²² von 2003 hat der EuGH nicht nur die Zulässigkeit des Zuschlagskriteriums „Strom aus erneuerbaren Energieträgern“ bestätigt, sondern sogar im konkreten Fall auch dessen Gewichtung mit 45 %. Diese zwei Entscheidungen ebneten den Weg für eine Berücksichtigung von Umwelt- und Nachhaltigkeitsaspekten bei der Wirtschaftlichkeitsbeurteilung und zeigten auch gleich mit auf, dass in geeigneten Fällen nichts gegen eine schwere Gewichtung spricht.

Auftragsbezogenheit des Zuschlagskriteriums

Auftragsbezogen ist ein Kriterium dann, wenn es die Art und Weise der Aufgabenerfüllung durch den Bieter betrifft³²³. Das bedeutet, dass die Auftragsbezogenheit eines Kri-

³²⁰ Die bisherige Interpretation des Wirtschaftlichkeitskriteriums durch die EU-Kommission stand dem entgegen: KOM (2001) 274, S. 20 ff.

³²¹ EuGH, Urt. v. 17.09.2002 – Rs. C-513/99.

³²² EuGH, Urteil v. 04.12.2003 - Rs. C-448/01, NVwZ 2004, 201.

³²³ OLG Düsseldorf, Beschl. v. 02.05.2012 - VII-Verg 68/11.

teriums im konkreten Einzelfall geprüft und bejaht werden muss. Als lebenszyklusorientierte Zuschlagskriterien kommen allgemein neben den Investitionskosten der Energieverbrauch, die Installations- und Entsorgungskosten, die Kosten für Inspektion und Wartung, Ersatzteilkosten, die Lebensdauer und Faktoren wie die Gewährleistungsverlängerung in Betracht.

Aufweichung des Verbotes der Vermischung von Eignungs- und Zuschlagskriterien

Wichtig ist noch immer eine Abgrenzung der Zuschlags- zu den Eignungskriterien, obwohl die grundsätzliche Unzulässigkeit der Vermischung beider Kriterien³²⁴ mehr und mehr aufgeweicht wird. Zuschlagskriterien durften grundsätzlich keine bieterbezogenen Aspekte betreffen, sondern mussten angebotsbezogen sein³²⁵. Ein „Mehr an Eignung“ durfte nicht bei der Wirtschaftlichkeitsbewertung berücksichtigt werden³²⁶. Insbesondere im freiberuflichen Bereich der VOF und bei sozialen Dienstleistungen wird jedoch seit langem gefordert und wird mehr und mehr in der Rechtsprechung anerkannt, dass z. B. die Qualifikation des für die Auftragsausführung vorgesehenen Projektteams als Zuschlagskriterium verwendet werden kann. Denn Kriterien wie Organisation, Qualifikation und Erfahrung des eingesetzten Personals, die nach klassischer Sichtweise die Eignung des Bieterunternehmens und nicht das Angebot betreffen, können unter Umständen sehr wohl als Qualitätskriterien der Ermittlung des wirtschaftlichsten Angebotes dienen, wenn sie sich auf die Leistungserbringung auswirken. Aus diesem Grund hat bereits die Rechtsprechung Ausnahmen zugelassen, und auch die Legislative auf nationaler und europäischer Ebene tendiert in diese Richtung. Diese auch in der Rechtsprechung nicht ganz einheitliche Entwicklung ist jedoch differenziert zu betrachten. Noch immer ist die Berücksichtigung von tatsächlichen Eignungskriterien bei der Angebotswertung und erst recht eine doppelte Bewertung unzulässig. Vielmehr wird aber mehr und mehr gesehen, dass Aspekte, die auf den ersten Blick klare Eignungskriterien darstellen könnten, in besonderen Fällen nicht die Bieterreignung, sondern die Auftragsausführung betreffen, also eben keine Eignungs-, sondern zulässige Zu-

³²⁴ EuGH, Urteil v. 12.11.2009 - Az.: C-199/07, ZfBR 2010, 98.

³²⁵ EuGH, a.a.O.

³²⁶ BGH, Urt. v. 08.09.1998 - X ZR 109–96, NJW 1998, 3644; OLG Düsseldorf, Beschl. v. 10.09.2009 - Verg 12/09, VergabeR 2010, 83.

schlagskriterien sein können³²⁷. Seit dem 25.10.2013³²⁸ enthält die VgV nun Ergänzungen in § 4 Abs. 2 und § 5 Abs. 1 für den Bereich der nachrangigen Dienstleistungen³²⁹. Die Berücksichtigung der oben genannten, das Personal betreffenden Kriterien mit bis zu 25 % der Gewichtung ist hiernach erlaubt, wenn tatsächliche Anhaltspunkte dafür vorliegen, dass diese Aspekte erheblichen Einfluss auf die Qualität der Auftragsausführung haben können. Auch in dem Entwurf der neuen EU-Vergaberichtlinie, auf den wir unten im Einzelnen eingehen, wird die strikte Trennung der Eignungs- und Zuschlagskriterien weitgehend aufgegeben. Diese Entwicklung hat auf die Implementierung von Nachhaltigkeitsaspekten in die Zuschlagsentscheidung vor allem zur Folge, dass eine Berücksichtigung der Erfahrung des Personals mit z. B. energieeffizienten Bauwerken, die durch Referenzangaben abgefragt werden kann, denkbar ist. Zurzeit gilt dies jedoch nur für nachrangige Dienstleistungen, s.o.

Mögliche Zuschlagskriterien mit Nachhaltigkeitsbezug

Bei der Überlegung, welche Qualitätskriterien neben dem Preis (ggf. einschließlich Wartungskosten) bei der Angebotswertung Geltung erlangen sollen, kann und sollte der Auftraggeber im o.g. Rahmen durchaus phantasievoll agieren, jedoch beachten, dass die Formulierung der Zuschlagskriterien in engem Zusammenhang mit der Festlegung der Mindestanforderungen in der Leistungsbeschreibung steht. Zulässig und unabdingbar ist die **Berücksichtigung des Energieverbrauchs**³³⁰, die ja für energieverbrauchsrelevante Aufträge bereits durch §§ 4 Abs. 6b, 6 Abs. 6 VgV, §§ 7 Abs. 6, 29 Abs. 2 S. 2 SektVO vorgeschrieben ist, s.o. Die durch die Bieter in der Leistungsbeschreibung gemachten Angaben zum Energieverbrauch sind hier zu bewerten. Ebenso sind die Ergebnisse einer ggf. gem. § 4 Abs. 6 Nr. 2 bzw. § 6 Abs. 4 Nr. 2 VgV vorgenommenen Lebenszykluskostenanalyse zu bewerten.

³²⁷ S. u. a. OLG Celle, Beschl. v. 12.1.2012 – 13 Verg 9/11, NZBau 2012, 198 (Organisationskonzept), OLG Düsseldorf, Beschl. v. 15.02.2012 - VII-Verg 85/11, BeckRS 2012, 08572 (Druck- und Logistikkonzept, Personalkonzept, Darstellung der Einsatzplanung); OLG Naumburg, Beschl. v. 12.04.2012 - 2 Verg 1/12, BeckRS 2012, 10195 (Angaben zur Sicherstellung der personellen Verfügbarkeit); OLG Düsseldorf, Beschl. v. 17.01.2013 – VII-Verg 35/12, NZBau 2013, 329 (Schulungskonzept); verneinend aber z. B. OLG Karlsruhe, Beschl. v. 21.12.2012 – 15 Verg 10/12, NZBau 2013, 528 (Auftreten des Büroinhabers/der Projektleitung, dargestellte projektspezifische fachliche Leistungen des Büros allgemein/des Projektteams).

³²⁸ VO v. 15. 10. 2013 (BGBl. I S. 3584).

³²⁹ Dienstleistungen i.S.v. Anlage 1 Teil B der VgV bzw. Anhang II Teil B der VKR.

³³⁰ Vgl. auch VK Nordbayern, Beschl. v. 20.06.2013 - 21.VK-3194-26/13, VPR 2013, 77; VK Lüneburg, Beschl. v. 31.08.2010 - VgK-34/2010, BeckRS 2011, 05281.

9. Vergaberechtliche Grundlagen für lebenszyklusorientierte Bauvorhaben

In diesem Zusammenhang muss jedoch auch im Auge behalten werden, dass die VgV zwar die zwingende Berücksichtigung vorschreibt (die SektVO enthält hier nur eine Kann-Vorschrift), es jedoch dem Auftraggeber selbst überlässt, welche Gewichtung dieses Kriteriums er letztlich für angemessen hält.

Das simple Zuschlagskriterium „Energieeffizienz“ ist unbestimmt und bedarf, so hat es das OLG Düsseldorf im Zusammenhang mit §§ 2 Abs. 1, 17 TVgG NRW, 6 ff. RVO NRW entschieden³³¹, der konkreten Angabe von Unterkriterien, die es dem Auftraggeber ermöglichen, das Leistungsniveau jedes einzelnen Angebots im Verhältnis zu dem in den technischen Spezifikationen beschriebenen Auftragsgegenstand zu bewerten. „Hierbei müssen die konkret zu bezeichnenden Aspekte objektiv bestimmt werden, um eine Vergleichbarkeit der Angebote und eine objektive Bewertung zu ermöglichen. Sie sind so zu formulieren, dass der Bieter in transparenter Form über ihre Bedeutung informiert wird und sind den Bietern rechtzeitig bekannt zu geben“³³².

Durch die im Projekt UBA verwendete Wertungsmatrix wurde den Anforderungen der Vergleichbarkeit der Angebote und der Bekanntgabe Rechnung getragen, indem umfassende Parameter vorgegeben wurden. Durch die Vorgabe von Volumenstrom, externem und internem Druck, Gesamtdruck, Betriebszeit für drei Betriebszustände, Energiepreisen inkl. einer Preissteigerung von 5 %, einer Nutzungszeit von 250 Tagen pro Jahr und 10 Stunden am Tag und einer konstante Zulufttemperatur wurde die Vergleichbarkeit der Angebote sichergestellt. Aufgrund der Bieterangaben wurde dann der Energiebedarf pro Jahr berechnet und auf 30 Jahre hochgerechnet, woraus sich die Energiekosten für 30 Jahre ergaben, welche dann bei der Angebotswertung miteinander verglichen wurden.

Als weitere mögliche Zuschlagskriterien kommen die Installations- und Entsorgungskosten, die Kosten für Inspektion und Wartung, Kundendienst und technische Hilfe, Umwelteigenschaften, Ersatzteilkosten, die Lebensdauer, die Entsorgungskosten und Faktoren wie die Gewährleistungsverlängerung in Betracht. Auch „weiche“ Bewertungskriterien wie Design/Ästhetik, Betriebsgeräusche etc. können grundsätzlich (Auftragsbezogenheit vorausgesetzt) in die Angebotswertung mit einbezogen werden. Art.

³³¹ OLG Düsseldorf, Beschl. v. 19.06.2013 - Verg 4/13, NZBau 2013, 720.

³³² OLG Düsseldorf, a.a.O. unter Verweis auf EuGH, Urt. v. 10.05.2012 – C-368/10, NZBau 2012, 445 (Max Havelaar).

53 Abs. 1 lit. a) VKR listet „Ästhetik“ beispielsweise als zulässiges Zuschlagskriterium auf, was die Vergabeordnungen übernommen haben. Hier besteht jedoch die Gefahr einer willkürlichen Bewertung und damit einer unzulässigen Verwendung des Zuschlagskriteriums durch den Auftraggeber. Um dies zu vermeiden, sollte das Kriterium möglichst durch den Auftraggeber weiter eingegrenzt werden, indem er die ihm wichtigen Eigenschaften (wie Stilart, Design, Farbe etc.) beschreibt. Daneben kann die objektive Bewertung des Kriteriums gewährleistet werden, indem sie einer Gremienentscheidung unterworfen wird³³³. Der Katalog der Zuschlagskriterien ist nicht abschließend, so dass der Auftraggeber von sich aus auch weitere auftragsbezogene Kriterien aufstellen kann.

Wertung der Wartungskosten im Rahmen des Zuschlagskriteriums „Preis“

Wie oben dargelegt, ist es üblich und unter Berücksichtigung des Grundsatzes der Losvergabe zulässig, angehängte Wartungsleistungen mit auszuschreiben. Die Wartungskosten können dann, wie im BBR-Projekt geschehen, beim Zuschlagskriterium „Preis“ berücksichtigt werden. Zwar können Betriebs- und Folgekosten gem. § 17 EG Abs. 7 S. 2 VOB/A, § 19 EG Abs. 9 VOL/A als eigenes Zuschlagskriterium neben dem Kriterium „Preis“ festgelegt werden. Diese Vorschriften schließen jedoch nicht aus, dass stattdessen die Wartungskosten zum Preis gerechnet werden³³⁴. In einem von der VK Sachsen entschiedenen Fall von ausgeschriebenen Bauleistungen an einem Krankenhaus war als Zuschlagskriterium der Preis mit einer Gewichtung von 100 % bekanntgegeben worden. Im Leistungsverzeichnis war unter dem Punkt Wartung von technischen Anlagen und Einrichtungen ausgeführt „Zusammen mit dem Angebot für die Erstellung der technischen Anlagen ist mit dem beigefügten Vertragsmuster auch ein Angebot für die Wartung/Instandhaltung abzugeben und zu unterschreiben. Der Jahrespreis des Wartungsangebotes geht mit dem Faktor vier Jahre in die Wertung ein. Die Vergabe des Wartungsvertrages erfolgt zeitgleich mit der Beauftragung für die Erstellung der technischen Anlage. Ein fehlendes Angebot führt zum Ausschluss des

³³³ Opitz, in: Dreher/Motzke, Beck'scher Vergaberechtskommentar 2. Auflage (2013), § 97 Abs. 5 Rn. 22.

³³⁴ VK Sachsen, Beschl. v. 11.04.2012 - 1/SVK/005-12, BeckRS 2012, 16066; vgl. auch VK Nordbayern, Beschl. v. 23.04.2008 - 21.VK - 3194 - 15/08, IBRRS 2008, 1843; VK Südbayern, Beschl. v. 07.04.2006 - Z3-3-3194-1-07-03/06, IBRRS 2007, 4584.

Gesamtangebotes³³⁵.“ Im Leistungsverzeichnis waren die Positionen für die Wartungsleistungen neben den Bauleistungen einzupreisen. Die Wartung war in diesem Fall also zulässigerweise eine im Rahmen der Ausschreibung selbst mit zu beschaffende Leistung, selbst wenn sie in der Bekanntmachung nicht explizit als Auftragsgegenstand benannt worden war. Selbstverständlich ist das Einbegreifen der Wartungskosten in den Preis auch dann möglich, wenn zusätzlich zum Preis andere Zuschlagskriterien benannt werden, wie im Forschungsprojekt beispielsweise die energetischen Folgekosten. Problematisch ist aber nach wie vor, wenn im Gegensatz zu der oben zitierten Rechtsprechung die Wartungsleistungen nur als Eventualposition abgefragt werden. Hier bestehen die bereits abgehandelten Probleme der grundsätzlichen Unzulässigkeit solcher Positionen und deren Wertungsmöglichkeit.

Gewichtung und Bewertung der Zuschlagskriterien

Grundsätzlich ist der öffentliche Auftraggeber frei in der Entscheidung, mit welcher Gewichtung er die Zuschlagskriterien bewertet. Die Vergabeordnungen schreiben ihm diesbezüglich nichts vor. Das OLG Dresden hält einen Wertungsanteil des Angebotspreises von 30 % für eine Größenordnung, die „regelmäßig nicht unterschritten werden sollte³³⁶.“ Dem widerspricht jedoch das OLG Düsseldorf in seiner UfAB II-Entscheidung: „Ein vergaberechtlicher Grundsatz, nach dem der Preis mit einer Quote von zumindest 30 % in die Wertung der Angebote Eingang finden müsse, existiert nicht. Im Rahmen der Angebotswertung darf der Preis nur keine ganz untergeordnete Stellung mit der Folge einnehmen, dass der Zuschlag völlig los gelöst von preislichen Überlegungen erteilt wird³³⁷.“ Gerade auch im Licht der jüngeren Rechtsentwicklungen, Lebenszykluskosten verstärkt in die Angebotswertung einzubeziehen, ist die Begründung des OLG Düsseldorf vorzugswürdig: Aus § 97 Abs. 5 GWB ergebe sich, dass der Angebotspreis zwar ein außerordentlich wichtiges Kriterium bildet, welches aber im Verhältnis zu den anderen Faktoren nur ein Merkmal (unter mehreren) darstellt, welches nicht nur am Rande der Bewertung berücksichtigt werden dürfe³³⁸. Der Auftraggeber hat, zugeschnitten auf den Auftragsgegenstand, Preis und Qualitätskriterien in ein angemessenes Verhältnis zueinander zu bringen. Für das zugrundeliegende For-

³³⁵ VK Sachsen, a.a.O.

³³⁶ OLG Dresden, Beschl. v. 05.01.2001 - WVerg 11 u. 12/00.

³³⁷ OLG Düsseldorf, Beschl. v. 29.12.2001 - Verg 22/01.

³³⁸ OLG Düsseldorf. a.a.O.

schungsprojekt bedeutet dies, dass eine Gewichtung des Kriteriums „Preis“ mit 70 % zunächst noch sehr viel Spielraum hat. Da es aber einer Abwägung aller Umstände bedarf, lässt sich die Gewichtung des Preiskriteriums natürlich nicht ohne eine Betrachtung der übrigen Zuschlagskriterien untersuchen. Selbst wenn aber neben dem Preis nur die energetischen Folgekosten in die Angebotswertung eingehen und der Auftraggeber ein Interesse daran hat, diese zu senken, erscheint es praktikabel und ist jedenfalls zulässig, Preis und Folgekosten beispielsweise mit jeweils 50 % anzusetzen. Bereits in der Wienstrom-Entscheidung hat der EuGH die Zulässigkeit einer Gewichtung des ökologischen Kriteriums mit 45 % als zulässig bewertet³³⁹. Vielmehr wäre es sogar wünschenswert, den von der Rechtsprechung nur marginal angedeuteten Rahmen, in dem sich die Gewichtung des Preises mindestens bewegen muss, noch mehr auszuschöpfen. Die Aufnahme weiterer Lebenszykluskriterien als Zuschlagskriterien neben den energetischen Folgekosten wäre also auch unter diesem Aspekt nicht nur möglich, sondern würde eine noch ausgewogenere Gewichtung der Wertungskriterien bewirken können.

Die Gewichtung des Energieeffizienzkriteriums steht allerdings auch in einer Wechselwirkung mit den Planungsleistungen, die der Vergabe vorausgehen: Je mehr der Auftraggeber in der HOAI-Phase 5 die Bauteile unter Einbeziehung des Energieverbrauchs untersucht und darauf basierend die Mindestanforderungen in der Leistungsbeschreibung höher und als K.O.-Kriterium ansetzt, desto niedriger kann er die Gewichtung des Zuschlagskriteriums halten. Die dadurch entstehende Lücke bei den LZK-orientierten Zuschlagskriterien sollte er dann jedoch unbedingt durch weitere Nachhaltigkeitskriterien füllen, anstatt in eine höhere Preisbewertung zurück zu verfallen.

Hat der Auftraggeber neben dem Preis und den Folgekosten weitere der o.g. qualitativen Zuschlagskriterien festgesetzt, wie z. B. Kundendienst oder Ästhetik, treten diese in der jeweils gewählten Bewertungsmethode neben den Preis und die Folgekosten. Nach wie vor ist der Auftraggeber frei darin, mit welchem Gewicht er die Kriterien bewertet. Denkbar ist beispielsweise eine Gewichtung des Preises mit 40 %, der energetischen Folgekosten mit 40 %, des Kundendienstes mit 10 % und der Ästhetik mit 10 %.

³³⁹ Eugh, Urt. v. 04.12.2003 - Rs. C-448/01 (Wienstrom), NVwZ 2004, 201 = EuZW 2004, 81.

Der Auftraggeber sollte bei der Bewertung auf vorab bekanntgegebene Punktesysteme (Scoring-Modelle) zurückgreifen, um die Bewertung nach einer einheitlichen Matrix vornehmen zu können.

Transparenz des Bewertungsverfahrens

§ 16 EG Abs. 7 S. 1 VOB/A und § 19 EG Abs. 8 VOL/A bestimmen, dass bei der Angebotsbewertung nur diejenigen Kriterien und ihre Gewichtung berücksichtigt werden dürfen, die in der Bekanntmachung oder den vergabeunterlagen genannt sind. Dies dient der Umsetzung des Transparenzgebots. Bereits bei der Vorbereitung der Ausschreibung muss sich der Auftraggeber deswegen sicher sein, welche Kriterien ihm wie wichtig sind, und muss dies dann detailliert den Bietern mitteilen.

9.3.2.5 Sonderfall: Zusätzliche Anforderungen (§ 97 Abs. 4 S. 2 GWB)

Unklar war lange, in welche der bekannten Kriterienkategorien (Eignungs-, Zuschlagskriterien) des Vergabeverfahrens die in § 97 Abs. 4 S. 2 GWB genannten zusätzlichen Anforderungen einzuordnen sind. Selbst der EuGH vermochte hier kein Licht ins Dunkel zu bringen, als er die auch zuvor bereits anerkannten „zusätzlichen Kriterien“ als Zuschlagskriterien einordnete³⁴⁰ – dies wurde durch Einführung des Art. 26 VKR korrigiert. Letztlich stellt die neue Richtlinie³⁴¹ klar, was teils schon verfochten worden war³⁴²: Die zusätzlichen Bedingungen für die Auftragsausführung sind weder Eignungs- noch Zuschlagskriterien, sondern Vertragsbedingungen. Sie betreffen Anforderungen an das Verhalten des Bieters nach der Erteilung des Zuschlags³⁴³.

Die zusätzlichen Anforderungen müssen einen sachlichen Zusammenhang zum Auftragsgegenstand aufweisen. Hierdurch wird sichergestellt, dass der Auftraggeber keinen Einfluss auf die allgemeine Unternehmenspolitik der Bieterunternehmen nimmt. Auch bei vorliegendem Auftragsbezug müssen jedoch die primärrechtlichen Grundsätze des Gemeinschaftsrechts eingehalten werden, was die Beurteilung der Zulässigkeit einzelner Anforderungen beeinflusst und teils erschwert. Soweit zulässig, kann der Auf-

³⁴⁰ EuGH, Ur. v.26.09.2000 - Rs. C-225/98, NJW 2000, 3629.

³⁴¹ PE-CONS 74/13 - 2011/0438, s. dort Art. 70.

³⁴² V.a. Ziekow, § 97 GWB, Rn. 141 ff.

³⁴³ Opitz, in: Dreher/Motzke, Beck'scher Vergaberechtskommentar 2. Auflage (2013), § 97 Abs. 4 Rn. 89 m.w.N.

traggeber dem Auftragnehmer auf diese Weise jedoch ein bestimmtes Verhalten während der Ausführung des Auftrags vorschreiben, auch wenn das Unternehmen dieses Verhalten normalerweise am Markt nicht an den Tag legt.

Bei der Frage, wo die zusätzlichen Anforderungen bekanntzumachen sind, weicht der nationale Gesetzgeber von Art. 26 VKR ab. Nach der europäischen Vorschrift sind die Bedingungen in der Bekanntmachung oder in den Vergabeunterlagen zu nennen, was § 97 Abs. 4 S. 2 GWB jedoch auf die Leistungsbeschreibung (als Bestandteil der Vergabeunterlagen) beschränkt. Vor dem Hintergrund, dass die Bestimmung der Richtlinie grundsätzlich als höherrangiges Recht vorgeht, ist die Entscheidung des OLG Düsseldorf richtig, welche sich an Art. 26 VKR orientiert und eine Nennung in den Vertragsbedingungen (welche gem. § 9 EG Abs. 1 lit. c) VOL/A Bestandteil der Vergabeunterlagen sind) als ausreichend ansieht. Hat der Auftraggeber jedoch in der Bekanntmachung erklärt, besondere Bedingungen für die Ausführung des Auftrags sollten nicht gelten, ist er hieran „insoweit gebunden, als eine nachträgliche Änderung im Lauf des Vergabeverfahrens nur zulässig ist, wenn sie in transparenter und diskriminierungsfreier Weise erfolgt³⁴⁴.“

Von der Möglichkeit der zusätzlichen Anforderungen i.S.v. § 97 Abs. 4 S. 2 GWB wird in der Praxis überwiegend zur Erreichung sozialer Zwecke Gebrauch gemacht. Umweltrelevante Bedingungen werden selten auf diese Weise gestellt. Insbesondere Energieeffizienzkriterien schlagen sich in der Praxis entweder bei dem Beschaffungsgegenstand selbst oder bei den Zuschlagskriterien nieder.

9.3.2.6 Belastbarkeit der Kriterien „Lebenszykluskosten“ und „Wartungskosten“, insb. Kostenprognosen

Die Frage der Belastbarkeit des Zuschlagskriteriums „Lebenszykluskosten“ wirft zwei untergeordnete Problemstellungen auf. Zum einen ist zu klären, inwieweit sich der Auftraggeber überhaupt auf die Angaben der Bieter verlassen kann. Zum anderen ist fraglich, ob und in welchem Ausmaß Prognosen für die Angebotswertung herangezogen werden dürfen.

³⁴⁴ OLG Düsseldorf, Beschl. v. 17.01.2013 - Verg 35/12, IBR 2013, 234.

Bewertung aufgrund von Eigenerklärungen

Die Bewertung der Angebote beruht auf den Angaben der Bieter. Diese Angaben (beispielsweise zum Energieverbrauch eines Produktes) werden miteinander verglichen und wirken sich so – entsprechend der Gewichtung des Kriteriums – direkt auf die Auswahl des wirtschaftlichsten Angebotes aus. Fraglich ist vor dem Hintergrund des Gleichbehandlungsgrundsatzes, ob der Auftraggeber sich einfach auf diese Angaben verlassen darf. Wenn der Auftraggeber bei der Prüfung des Angebotes keine Möglichkeit hat, zu verifizieren, ob das Produkt tatsächlich nur einen Energieverbrauch von X kW hat, kann dies die Bieter dazu verleiten, den Energieverbrauch niedriger als tatsächlich der Fall ist, anzugeben. § 4 Abs. 6a VgV bzw. § 6 Abs. 5 VgV sprechen dem Auftraggeber das Recht zu, die zum Energieverbrauch gemachten Angaben zu überprüfen und hierzu ergänzende Erläuterungen von den Bietern zu fordern. Der EuGH hat darüber hinaus schon sehr früh entschieden, dass Auftraggeber gegen den Gleichbehandlungsgrundsatz verstoßen, wenn sie Zuschlagskriterien angeben, ohne in der Lage zu sein, die Richtigkeit der Angaben des Bieters zu prüfen³⁴⁵. Transparenz und Objektivität werden dadurch nicht gewährleistet. Hiernach hat der Auftraggeber also dafür zu sorgen, dass er die Richtigkeit der Bieterangaben effektiv kontrollieren kann. Dies gilt insbesondere auch bezüglich der Angaben zum Energieverbrauch. Ein **Prüf-recht** hat der Auftraggeber also allemal, was eine gewisse abschreckende Wirkung auf manipulationsgefährdete Bieter haben dürfte. Eine anlasslose **Prüfpflicht** ergibt sich aber auch aus der EuGH-Rechtsprechung so nicht. Hier kann man zunächst eine Parallele ziehen zu dem Informationsrecht, dass die Vergabeordnungen dem Auftraggeber im Rahmen der Angebotsaufklärung zusprechen (§ 15 EG VOB/A, § 18 EG VOL/A). Nur in Ausnahmefällen kann sich das grundsätzliche Aufklärungsermessen des Auftraggebers zu einer Aufklärungspflicht verdichten³⁴⁶. Von einer solchen wird u. a. dann ausgegangen, wenn der Auftraggeber durch eigene Recherche Zweifel in Bezug auf das Angebot bekommen hat. Die Frage ist aber dennoch, ob der Auftraggeber bezüglich des Energieverbrauchs und der Lebenszykluskosten zu eben dieser Recherche verpflichtet ist. Dies lässt sich wie folgt auflösen: Geben die Bieterangaben dem Auftraggeber keinen Anlass zum Zweifel an ihrer Richtigkeit, hat er sie **stichprobenhaft zu überprüfen**. Hierzu kann er auf Drittangaben zum Energieverbrauch des

³⁴⁵ EuGH, Urt. v. 04.12.2003 – Rs. C-448/01 (Wienstrom), NVwZ 2004, 201.

³⁴⁶ Grünhagen, in: Franke/Kemper/Zanner/Grünhagen (Hrsg.), VOB Kommentar, § 15 EG VOB/A, Rn. 14 m.w.N.

Produktes zurückgreifen. Bei Zweifeln an der Korrektheit weitet sich diese Pflicht zur stichprobenhaften Prüfung aus zu einer **umfänglichen Prüfpflicht**.

Losgelöst davon sollte der Auftraggeber im eigenen Interesse unbedingt entsprechende vertragliche Regelungen treffen, um den späteren Auftragnehmer an seine im Vergabeverfahren zum Energieverbrauch der Produkte gemachten Angaben binden zu können.

Belastbarkeit von Prognosen

Die Berechnung der Lebenszykluskosten erfolgt für einen Zeitraum von bis zu 30 Jahren, nach DGNB bzw. BNB sogar bis zu 50 Jahren. Eine sichere Berechnung der Kosten ist jedoch nur für einen kürzeren möglich, da Faktoren wie die Entwicklung der Energiepreise über einen längeren Zeitraum kaum vorhersagbar sind. Es fragt sich somit, ob eine Zuschlagerteilung überhaupt auf der Grundlage einer Prognose zulässig ist. Da Alternativen nicht existent sind und der Wille des Gesetzgebers die Einbeziehung der Lebenszykluskosten in die Angebotswertung vorsieht, ist dies freilich mit ja zu beantworten. Eine Schätzung der Folgekosten im Hinblick auf die voraussichtliche Lebensdauer eines Produktes sieht schließlich auch das BMVBS in seinem Erlass v. 10.01.2008³⁴⁷ als zulässig an. Geht man je nach Produkt von einer maximalen Lebensdauer zwischen 7 und 10 Jahren aus, erweitert sich die zulässige Unsicherheitsspanne bereits. Eine zeitliche Beschränkung der Prognosen auf die Lebensdauer der entsprechenden Produkte ist aus vielfacher Hinsicht aber nicht praktikabel. Naturgemäß unterscheidet sich die Lebensdauer verschiedener Produkte. Auch die sich aus dem Nachhaltigkeitsansatz ergebende Notwendigkeit der Berücksichtigung der gesamten Nutzungsdauer eines Gebäudes spricht dagegen. Schließlich sind auch Reparaturzyklen Bestandteil der Lebenszyklusberechnungen, so dass auch mit der Ersatzanschaffung eines Produktes die Kostenkette nicht unterbrochen wird. Wo also liegt die Grenze zwischen der noch akzeptablen Unsicherheit und einer Unsicherheit, bei der sich der Auftraggeber dem Vorwurf der Willkür ausgesetzt sieht? Dies hat der Auftraggeber projektbezogen zu beurteilen und dabei die jeweiligen in der Schätzung enthaltenen, auf gesicherten Daten beruhenden Anteile zu berücksichtigen. Maßgeblich ist zum einen, dass der Auftraggeber detailliert feste Parameter für die Kostenberechnung vorgibt (vgl. die Bewertungsmatrix des UBA-Projektes für die Ausschreibung und

³⁴⁷ Az. B 15 - O 1082 – 000/2.

Vergabe der Raumluftechnik). Es versteht sich von selbst, dass die auf den Bieterbeiträgen beruhenden Berechnungen umso belastbarer sind, je ausführlicher die Grundbedingungen beschrieben werden, unter denen das Produkt betrieben wird. Aus dem gleichen Grund sind Objektivität und Transparenz der Berechnungen von höchster Bedeutung. Entscheidend ist ja für die vergaberechtliche Beurteilung zunächst einmal, dass eine Vergleichbarkeit der Angebote sichergestellt wird. Ob die Berechnungen betriebswirtschaftlich belastbar sind, darf hierbei natürlich nicht ignoriert werden. Dass keine exakte Vorhersage der Betriebs- und Instandhaltungskosten eines Bauwerkes über die gesamte Nutzungsdauer möglich ist, ist auch bei der vergaberechtlichen Berücksichtigung der Lebenszykluskosten als Wermutstropfen hinzunehmen. Dem betriebswirtschaftlichen Belang sollte der Auftraggeber dadurch Rechnung tragen, dass er den Bieter hinsichtlich der gemachten Angaben zum Energieverbrauch durch vertragliche Garantien bindet.

9.3.2.7 Exkurs: „Verlängerte Gewährleistung“, herstellerbezogene „verlängerte Garantien“

Öffentliche Auftraggeber können in der Nutzungsphase des Bauwerkes Vorteile aus Gewährleistungsrechten und Garantievereinbarungen ziehen.

Gewährleistung (Mängelhaftung) beschreibt die auch gesetzlich geregelte Haftung des Auftragnehmers für Mängel des Produktes bei Gefahrübergang. Eine **Garantievereinbarung** (Beschaffenheits- oder Erfüllungsgarantie) ist demgegenüber eine freiwillige, zeitlich begrenzte Leistung des Händlers oder Herstellers auch nach Gefahrübergang. Der Garantiegeber haftet dabei für das Fortbestehen einer bestimmten Beschaffenheit der Sache (**Haltbarkeits-, Beschaffenheitsgarantie**) oder für die Erfüllung bestimmter Leistungspflichten (**Erfüllungsgarantie**).

Die Verjährungsfrist für Mängelansprüche beträgt gem. § 13 Abs. 4 Nr. 1 VOB/B für Bauwerke 4 Jahre. Dies gilt jedoch nur, wenn keine anderweitige vertragliche Vereinbarung getroffen wurde. Es ist heute allgemein üblich, dass die Parteien eine an die

fünfjährige Frist zur Mängelhaftung der §§ 438 Abs. 1 Nr. 2 Buchst. b, 634a Abs. 1 Nr. 2 BGB³⁴⁸ angelehnte Frist vereinbaren³⁴⁹.

Für den Auftraggeber ist es vorteilhaft, wenn zusätzlich zu Mängelvereinbarungen auch davon unabhängige Garantievereinbarungen getroffen werden. Denn Mängelrechte stehen ihm nur gegenüber dem Auftragnehmer zu, während eine Garantievereinbarung auch dem Produkthersteller eine Haftung auferlegen kann. Bei Garantievereinbarungen ist dann zwischen unselbstständigen und selbstständigen Garantien zu unterscheiden.

Zunächst einmal wirkt sich die Dauer der Mängelgewährleistungs- und Garantiefrieten maßgeblich auf die Lebenszykluskostenberechnungen für die einzelnen Bauteile aus. Je länger und besser der Auftraggeber Rechte geltend machen kann, desto niedriger fallen letztendlich die Wartungskosten in der Nutzungsphase aus. Diese Kosten werden vom Auftraggeber weg verlagert, was sich unbedingt bereits bei der Angebotswertung berücksichtigen lassen muss.

Ein daneben relevanter Bereich sind Verbindlichkeitserklärungen des Bieters bezüglich der von ihm angegebenen Energiekosten. Die Aussage, dass ein bestimmtes Bauteil einen besonders niedrigen Energieverbrauch hat, hat nur dann einen Wert für den Auftraggeber, wenn er sich dann auch in der Nutzungsphase darauf berufen kann. Hier bietet sich eine mit dem Bieter vertraglich vereinbarte Erfüllungsgarantie an.

Garantie als Bestandteil der Leistungsbeschreibung / Vertragsbedingung

Bereits 2005 hat das OLG Frankfurt³⁵⁰ folgenden Fall entschieden, der für LZK-orientierte Bauausschreibungen heranziehbar ist: Für die Neuerrichtung einer Kläranlage wurde in den Ausschreibungsunterlagen von den Bietern gefordert, eine Erklärung zum elektrischen Energiebedarf und zur Wirtschaftlichkeit der Belüftungseinrichtung abzugeben. Die Bieter hatten dabei mit Angebotsabgabe unter anderem auf der Grundlage eines vorgegebenen Strompreises Angaben zu Energieverbrauch und Lauf-

³⁴⁸ Bürgerliches Gesetzbuch (BGB), i.d.F. v. 02.01.2002 (BGBl. I S. 42, ber. S. 2909 und BGBl. 2003 I S. 738), zuletzt geändert durch Art. 4 Abs. 5 G zur Einführung eines Datenbankgrundbuchs vom 01.10.2013 (BGBl. I S. 3719).

³⁴⁹ Donner, in: Franke/Kemper/Zanner/Grünhagen, § 13 VOB/B, Rn. 64.

³⁵⁰ OLG Frankfurt, 08.02.2005-11 Verg 24/04, VergabeR 2005, 384.

zeit zu machen. Die Auftraggeber behielt sich in den Unterlagen vor, diese Bieterangaben vollständig oder teilweise als Leistungsgarantie im Vertrag festzulegen. Im Falle des Nichterreichens der garantierten Werte hatte der Auftragnehmer laut Vergabeunterlagen nachzubessern und das Erreichen der Werte nachzuweisen. Im Falle einer nur unzureichenden Verbesserung waren die Strommehrkosten vom Auftragnehmer im Wege einer verminderten Vergütung zu tragen. Das OLG Frankfurt entschied dann, dass es sich bei den so geforderten Erklärungen um eine (unselbstständige) Garantie handele, durch die die Bieter sich verpflichteten, im Rahmen des abzuschließenden Vertrages für einen bestimmten Erfolg einzustehen. Bieter, die die Garantieerklärungen nicht abgaben, waren wegen eines unvollständigen Angebotes auszuschließen.

Die verbindliche Garantieerklärung als Bestandteil der Vergabeunterlagen bietet sich an, wenn die Garantieerklärung aus Sicht des Auftraggebers obligatorisch ist. Denkbar und sinnvoll ist dabei auch die Forderung einer Garantie für das Erreichen der Werte nicht nur zum Zeitpunkt der Übergabe/Abnahme, sondern beispielsweise innerhalb der ersten 3 Betriebsjahre. Neben dem Stromverbrauch kann sich die Garantievereinbarung natürlich auch auf andere Produktmerkmale beziehen.

Gewährleistung / Garantie als Zuschlagskriterium

Auch als Kriterium für die Angebotswertung (Zuschlagskriterium) kann eine Gewährleistung/Garantie herangezogen werden. Der Auftraggeber hat in den Vergabeunterlagen bei Bekanntgabe der Zuschlagskriterien dann die entsprechenden Bedingungen anzugeben. Denkbar ist eine gestaffelte Bewertung je nach Laufzeit der bieterseitig angebotenen Verpflichtung. Dabei kann der Auftraggeber auch eine „Basisgewährleistung“/„Basisgarantie“ mit den gewünschten Anforderungen zwingend als Bestandteil der Leistungsbeschreibung fordern und darüber hinausgehende Verpflichtungen (z. B. verlängerte Laufzeiten) in der Angebotswertung gesondert honorieren.

Gibt der Auftraggeber jedoch seine Anforderungen hinsichtlich der Gewährleistung/Garantie nicht ausdrücklich und eindeutig in den Vergabeunterlagen bekannt, kann er sich bei einem evtl. Ausschluss eines Bieters hierauf nicht berufen³⁵¹.

³⁵¹ Vgl. OLG Düsseldorf, Beschl. v. 19.06.2013 – Verg 8/13, BeckRS 2013, 15868; VK Nordbayern, Beschl. v. 20.11.2012 - 21.VK-3194-26/12, IBR 2013, 171.

9.4 Ausblick: Das neue EU-Vergaberecht – die EU als Innovationsunion

Die Modernisierung des EU-Vergaberechts wurde durch das Europäische Parlament am 15.01.2014 durch die Zustimmung zu den neuen Vergaberichtlinien beschlossen³⁵². Die Frist für die Umsetzung durch die Mitgliedstaaten wird ab Inkrafttreten zwei Jahre betragen. Die Überarbeitung und Modernisierung der Vergaberichtlinien dient der Ausrichtung auf die 2010 beschlossene Strategie „Europa 2020“³⁵³ und soll die öffentliche Auftragsvergabe als Schlüsselinstrument zur Erzielung eines intelligenten, nachhaltigen und integrativen Wachstums bei gleichzeitiger Gewährleistung eines möglichst effizienten Einsatzes öffentlicher Gelder nutzbarer machen³⁵⁴. Die Bezeichnung der EU als Innovationsunion³⁵⁵ spiegelt dies prägnant wider. Im Folgenden sollen diejenigen Neuerungen der Richtlinien³⁵⁶ exemplarisch dargestellt werden, die LZK-Ausschreibungen unmittelbar betreffen.

In den Vorbemerkungen der neuen allgemeinen Vergaberichtlinie, die die Richtlinie 2004/18/EG ersetzen wird, bekräftigt der europäische Gesetzgeber das erklärte Ziel, Innovationen einschließlich „Öko-Innovation“ vorantreiben zu wollen und dadurch mehr Effizienz und Nachhaltigkeit zu erreichen³⁵⁷. Das öffentliche Auftragswesen soll, so Vorbemerkung Nr. 27, insbesondere für Angebote, die eine lebenszyklusorientierte und nachhaltige Leistung beinhalten, geöffnet werden. Deshalb sollen zum Beispiel technische Spezifikationen in der Leistungsbeschreibung den Wettbewerb nicht künstlich einengen. Der europäische Gesetzgeber stellt hier klar, dass funktionale Leistungsbeschreibungen ein geeignetes Mittel sind, Innovationen zu fördern, und dass sie deswegen möglichst oft verwendet werden sollen. Zur Innovationsförderung sollten auch Nebenangebote so oft wie möglich zugelassen werden, so Vorbemerkung Nr. 17a.

³⁵² Eine allgemeine Vergaberichtlinie ersetzt RL 2004/18/EG, die Sektorenrichtlinie ersetzt 2004/17/EG, und eine Konzessionsrichtlinie wird neu eingeführt.

³⁵³ Mitteilung der Kommission „EUROPA 2020 Eine Strategie für intelligentes, nachhaltiges und integratives Wachstum“ v. 03.03.2010, KOM(2010) 2020 endg.

³⁵⁴ Vorb. Nr. 2 der neuen allgemeinen Vergaberichtlinie.

³⁵⁵ Vorb. Nr. 17.

³⁵⁶ PE-CONS 74/13 - 2011/0438 (allgemeine Richtlinie), PE-CONS Nr.75/13 - 2011/0439 (COD) (Sektorenrichtlinie), PE-CONS Nr. 73/13 – 2011/0437 (COD) (Konzessionsrichtlinie).

³⁵⁷ Vorb. Nr. 17.

Auch bei den Vorschriften über die Angebotswertung schlagen sich die genannten Ziele nieder. Es wurde gar für nötig befunden, klarzustellen, dass bei der Ermittlung des wirtschaftlich günstigsten Angebotes nicht nur kostenfremde Kriterien berücksichtigt werden sollen. Ein Kostenkriterium wie der Lebenszykluskostenansatz solle deshalb neben die qualitativen Zuschlagskriterien treten³⁵⁸. An Formulierungen wie diesen wird deutlich, wie sehr das europäische Vergaberecht im Wandel begriffen ist.

Die marktwirtschaftliche Instrumentalisierung der öffentlichen Auftragsvergabe im Rahmen der Strategie 2020 wird übergreifend angestrebt³⁵⁹. Die Neuerungen werden hier thematisch, ausgehend von der neuen allgemeinen Vergaberichtlinie, dargestellt.

9.4.1 Zuschlagskriterien, Art. 66

Wie bisher lässt sich die Systematik der Zuschlagskriterien in zwei Alternativen aufteilen: die Zuschlagserteilung auf das Angebot mit dem niedrigsten Preis (Günstigkeitsprinzip) und die Zuschlagserteilung auf das wirtschaftlich günstigste Angebot (Wirtschaftlichkeitsprinzip). Nur scheinbar nämlich kehrt sich der Gesetzgeber vom Günstigkeitsprinzip ab, indem er den niedrigsten Preis nicht in Absatz 1 der Vorschrift als Grundlage der Zuschlagserteilung nennt, ihn dafür aber in Absatz 2 als alleinige Grundlage der Wirtschaftlichkeitsbeurteilung zulässt. Nach wie vor bleibt es den Mitgliedstaaten überlassen, ob sie den Preis als alleiniges Zuschlagskriterium zulassen oder nicht. Mehr Bedeutung wird in Deutschland jedoch die zweite Alternative der Kostenermittlung mittels eines Kosten-Wirksamkeits-Ansatzes wie der Lebenszykluskostenrechnung haben³⁶⁰.

Die Beurteilung des besten Preis-Leistungsverhältnisses kann nach wie vor nach qualitäts-, umwelt- und/oder sozialbezogenen Kriterien vorgenommen werden. Der Gesetzgeber hält dabei weiter daran fest, dass die Kriterien einen Bezug zum Auftragsgegenstand haben müssen. Die in der nicht abschließenden Aufzählung in Art. 66 VKR (neu) enthaltenen Zuschlagskriterien sind teils bekannt, teils neu: Qualität, einschließlich

³⁵⁸ Vorbemerkung Nr. 38.

³⁵⁹ Vgl. Vorb. Nr. 2 der neuen allgemeinen Richtlinie, Vorb. Nr. 4 der neuen Sektorenrichtlinie und Vorb. Nr. 2 der neuen Konzessionsrichtlinie.

³⁶⁰ Bereits mit Einführung des aktuellen § 97 Abs. 5 GWB hatte sich der deutsche Gesetzgeber für das Wirtschaftlichkeitsprinzip entschieden.

technischer Wert, Ästhetik, Zweckmäßigkeit, Zugänglichkeit, Design für Alle, soziale, ökologische und innovative Eigenschaften und Handel und die damit verbundenen Bedingungen, Kundendienst und technische Hilfe, Lieferbedingungen wie Liefertermin, Lieferverfahren und Liefer- oder Ausführungsfrist.

Da auch die bisher nicht ausdrücklich genannten Kriterien bei gegebenem Auftragsbezug bereits angewendet werden durften, ergibt sich hieraus nicht viel Neues. Elementar ist jedoch die **Öffnung der Zuschlagskriterien für bieterbezogene Anforderungen**, wie sie Art. 66 Abs. 2 lit. b) VKR (neu) vorsieht. Als qualitative Zuschlagskriterien können hiernach die Organisation, Qualifikation und Erfahrung des mit der Auftragsausführung betrauten Personals des Bieterunternehmens berücksichtigt werden, wenn dies erheblichen Einfluss auf das Niveau der Auftragsausführung haben kann. Anerkannt ist diese Möglichkeit durch die deutschen Vergabeinstanzen bisher vor allem bei freiberuflichen Leistungen. Eine derartige Beschränkung enthält der Richtlinienwortlaut aber nicht, so dass in Zukunft auch bei Bau- oder Dienstleistungsaufträgen die bisherige strikte Trennung von Eignungs- und Zuschlagskriterien nicht mehr gelten wird. Bei lebenszyklusrelevanten Aufträgen werden also die personalbezogenen Kriterien wie zum Beispiel die einschlägigen Referenzprojekte des Projektleiters und seines Stellvertreters, welche ja meist nicht bereits bei der Eignungsprüfung, sondern erst bei der Angebotsabgabe feststehen, bei der Angebotswertung berücksichtigt werden können, wenn sie sich maßgeblich auf die Qualität der Leistung auswirken.

Absatz 4 der Vorschrift legt fest, dass der Auftraggeber die Zuschlagskriterien durch geeignete Unterkriterien („Spezifikationen“) präzisieren muss und sicherzustellen hat, dass die diesbezüglichen Bieterangaben effektiv überprüft werden können. Im Zweifelsfall hat der Auftraggeber eine effektive Überprüfung der Richtigkeit der Bieterangaben vorzunehmen. Basiert also beispielsweise die Zuschlagsentscheidung unter anderem auf dem Energieverbrauch der angebotenen Produkte, muss der Auftraggeber dafür sorgen, dass er die Bieterangaben überprüfen kann. Diese Problematik haben wir bereits oben im Zusammenhang mit § 4 Abs. 6a VgV beziehungsweise § 6 Abs. 5 VgV angesprochen. Die neue Vergaberichtlinie legt dem Auftraggeber also explizit eine Prüfpflicht im Zweifelsfall auf. Darüber hinausgehend ist aber daran festzuhalten, dass Auftraggeber auch ohne konkrete Zweifel eine stichprobenartige Prüfung der Bieterangaben durchzuführen haben, um eine auf falschen Angaben beruhende Zuschlagsentscheidung auszuschließen. Der Umfang der Prüfpflicht wird sich auch aus der Gewichtung des jeweiligen Kriteriums ableiten.

9.4.2 Lebenszykluskostenrechnung, Art. 67

Für die Lebenszykluskostenrechnung wird öffentlichen Auftraggebern in Art. 67 eine Auflistung der zu berücksichtigenden Kosten in die Hand gegeben. Soweit relevant, hat der Auftraggeber hiernach bei der Berechnung der Lebenszykluskosten eines Produktes, einer Dienstleistung oder einer Bauleistung Folgendes ganz oder teilweise einzu- beziehen

- von ihm (dem öffentlichen Auftraggeber) oder anderen Nutzern getragene Kosten wie Anschaffungskosten, Nutzungskosten wie zum Beispiel Energieverbrauch oder Verbrauch anderer Ressourcen, Wartungskosten, Entsorgungs-/Recyclingkosten
- externe Umweltkosten, die mit dem Auftragsgegenstand während seines Lebenszyklus in Verbindung stehen, sofern ihr Geldwert bestimmt und geprüft werden kann (zum Beispiel Treibhausgasemissionen sowie sonstige Kosten für die Eindämmung des Klimawandels).

Der Auftraggeber hat in den Vergabeunterlagen die von den Bietern bereitzustellenden Daten zu nennen und die von ihm gewählte Berechnungsmethode bekanntzugeben. Die Bewertung der **externen Kosten** hat anhand einer Methode zu erfolgen, an die Abs. 2 bestimmte Anforderungen hinsichtlich der objektiven Nachprüfbarkeit und Nichtdiskriminierung stellt. Welche Berechnungsmethode der Auftraggeber bei der **Lebenszyklusberechnung** anwendet, ist bis auf weiteres³⁶¹ ihm überlassen.

Die Einbeziehung der externen Umweltkosten hat für den Auftraggeber im Gegensatz zu den Kosten der ersten Kategorie keine Vorteile durch Minderkosten im Gebrauch zur Folge. Hier offenbart sich erneut das Ziel des europäischen Gesetzgebers, die öffentliche Auftragsvergabe „zur Unterstützung gemeinsamer gesellschaftlicher Ziele zu nutzen“³⁶² – hier des Umweltschutzes.

³⁶¹ Durch Rechtsakt der Union kann öffentlichen Auftraggebern eine gemeinsame Methode zur Berechnung der Lebenszykluskosten verbindlich vorgeschrieben werden, Art. 67 Abs. 3 VKR-E.

³⁶² Vorb. Nr. 2 VKR-E.

9.4.3 Bedingungen für die Auftragsausführung, Art. 70

Art. 70 VKR (neu) regelt die besonderen Bedingungen, die der Auftraggeber dem Bieter für die Ausführung des Auftrages machen darf. Inhaltlich wurde die Vorschrift um wirtschaftliche, innovationsbezogene, soziale und beschäftigungspolitische Kriterien ergänzt, wobei diese Aufzählung aber im Gegensatz zur Vorgängervorschrift nun abschließend ist. Zu danken ist dem Gesetzgeber eine Klärung der systematischen Stellung der Norm, um die es in der Vergangenheit Diskussionen gab. Aufgrund der Verankerung nach den Eignungs- und Zuschlagskriterien ist nunmehr vollständig geklärt, dass es sich hier um Vertragsbedingungen handelt.³⁶³

9.4.4 Innovationspartnerschaft, Art. 29

Eines der Ziele der Strategie „Europa 2020“ ist neben der Förderung nachhaltigen Wachstums die Entwicklung einer auf Wissen und Innovation gestützten Wirtschaft. Die neue Vergabeart der Innovationspartnerschaft soll durch längerfristige Zusammenarbeit die Entwicklung und den anschließenden Kauf neuer, innovativer Produkte, Dienstleistungen oder Bauleistungen verknüpfen. Sie weist Überschneidungen mit dem wettbewerblichen Dialog und dem Verhandlungsverfahren auf. Die Vorschrift lässt dem Auftraggeber bei der Verfahrensausgestaltung ein großes Maß an Flexibilität. Sie soll dabei durch eine Strukturierung des Verfahrens in aufeinanderfolgende Phasen auch dem Dilemma gerecht werden, dem sich Auftraggeber gerade bei innovativen Vorhaben ausgeliefert sehen: Die Definition des Auftragsgegenstands und der technischen Spezifikationen zu Beginn der Ausschreibung fallen bei Innovationen naturgemäß schwer. Es ist daher eine sukzessive Konkretisierung möglich, die sich am Forschungs- und Innovationsprozess orientiert. Es sollen zu erreichende Zwischenziele definiert werden, nach deren Erreichen eine Vergütung in Tranchen zu leisten ist. Der Auftraggeber kann das Verfahren nach Abschluss jeder Stufe beenden, wenn er sich dies zu Beginn vorbehält – Das Verfahren muss also nicht notwendigerweise zu einem Beschaffungsauftrag führen.

Der an das Verhandlungsverfahren angelehnte Prozess beginnt mit einer Auftragsbekanntmachung, auf die ein Teilnahmewettbewerb folgt. Die Auswahl der teilnehmenden Unternehmen soll nach ihren Fähigkeiten auf dem Gebiet der Forschung und Entwick-

³⁶³ S.o. 1.3.2.5, vgl. auch Summa, NZBau 2012, 729 (737).

lung stattfinden. Der Auftraggeber muss in den Vergabeunterlagen die Nachfrage nach einem innovativen Produkt beziehungsweise innovativen Dienstleistungen oder Bauleistungen angeben, die nicht durch den Erwerb bereits auf dem Markt verfügbarer Produkte, Dienst- oder Bauleistungen befriedigt werden kann. Er soll angeben, welche Elemente der Beschreibung Mindestanforderungen darstellen, die bei allen Angeboten einzuhalten sind. Wie beim wettbewerblichen Dialog kann also der Auftragsgegenstand im Laufe des Verfahrens konkretisiert werden. Sodann verhandelt der Auftraggeber mit den Bietern über die von ihnen eingereichten Angebote mit dem Ziel der inhaltlichen Verbesserung. Die Mindestanforderungen und Zuschlagskriterien stehen zwecks Vergleichbarkeit der Angebote fest, sie nicht Gegenstand der Verhandlungen. Über die Änderung der technischen Spezifikationen hat der Auftraggeber alle Bieter zu unterrichten. Gleichzeitig muss er jedoch dafür Sorge tragen, keine vertraulichen Informationen insbesondere über die vorgeschlagene innovative Lösung ohne Zustimmung des Partners offenzulegen. Der Zuschlag erfolgt auf das wirtschaftlichste Angebot.

Zugunsten der Innovationsorientierung wird hiermit ein neues Verfahren eingeführt, dessen Praxiswert sich ebenso wie der des wettbewerblichen Dialogs beweisen muss. Eines der absehbaren Probleme wird die Bereitschaft der privatwirtschaftlichen Unternehmen zur Teilnahme sein. Sie sehen sich konfrontiert mit einem anfangs schwierig zu kalkulierbaren Aufwand und dem verständlichen Bedürfnis nach einem effektiven Schutz ihrer Betriebs- und Geschäftsgeheimnisse³⁶⁴. In einer vorherigen Entwurfsversion sprach Art. 24³⁶⁵ den Mitgliedstaaten ein Wahlrecht bei der Einführung der Innovationspartnerschaft zu, welches aber im Laufe der Verhandlungen gestrichen wurde.

9.5 Fazit

De lege lata ist die Implementierung von Lebenszyklusfaktoren in die Vergabeentscheidung nicht nur zulässig, sondern bei einem Großteil der europaweiten Ausschreibungen inzwischen Pflicht. Die Berücksichtigung des Energieverbrauchs, zu der öffentliche Auftraggeber durch die geltenden rechtlichen Vorgaben in den Fällen der Beschaffung energieverbrauchsrelevanter Waren verpflichtet sind, ist ein prominentes Beispiel. Um die von den politischen Institutionen geforderte Nachhaltigkeit auch bei

³⁶⁴ Eine gute Darstellung der prognostizierten Probleme mit Lösungsvorschlägen bietet Fehling, NZBau 2012, 673 (678).

³⁶⁵ KOM(2011) 896 endgültig, v. 20.12.2011.

öffentlichen Bauvorhaben verwirklichen zu können, ist darüber hinaus eine umfassende Berücksichtigung der Lebenszykluskosten eines Bauwerkes über die gesamte Nutzungsdauer notwendig. Neben der Einbeziehung der energetischen Faktoren wäre es überaus wünschenswert, dass Vergabestellen auch Kriterien wie die Herstellungskosten und -methode, die Dauerhaftigkeit, Instandhaltungsfreundlichkeit, Rückbaufähigkeit, Reinigungsfreundlichkeit, Entsorgungskosten und Wiederverwend bzw. -verwertbarkeit berücksichtigen. Dies kann durch entsprechende Mindestanforderungen in der Leistungsbeschreibung, durch Wertungskriterien und auch durch Bedingungen zur Auftragsausführung geschehen. Neben den ökologischen Faktoren sind auch subjektiv anmutende Qualitätskriterien wie Nutzerfreundlichkeit in der Privatwirtschaft auf dem Vormarsch. Dieser Entwicklung wird sich auch das Vergaberecht nicht entziehen können.

Die dem Forschungsauftrag zugrundeliegenden Pilotprojekte haben aber gezeigt, dass die oft nur schleppende praktische Umsetzung dieser Ideen faktische und rechtliche Gründe hat. Faktisch ist der erhöhte Aufwand bei der Vorbereitung der Ausschreibung, insbesondere bei der Erstellung der Vergabeunterlagen, ein bedeutendes Merkmal. Die Vergabestellen haben mehr zu recherchieren, zu kalkulieren und zu vergleichen. Sie müssen belastbare Berechnungsmodelle erstellen und die Vergleichbarkeit der Angebote gewährleisten. In rechtlicher Hinsicht ist der den Auftraggebern durch die VgV eingeräumte Beurteilungsspielraum nur ein vermeintlicher Kritikpunkt. Dass die Angemessenheit der auferlegten Pflichten in Bezug zum Auftragsgegenstand und auch dem Investitionsvolumen beurteilt wird, ist zu Recht so. Vielmehr mangelt es in den entscheidenden bestehenden Vorschriften an detaillierten Vorgaben für die Umsetzung in der Praxis.

Darüber hinaus erschweren entgegenstehende Vorschriften in ganz bemerkenswerter Weise den Fortschritt nachhaltiger Vergabepaxis. De lege ferenda wäre die Berücksichtigung der sich bei den Pilotprojekten als bezeichnend herausgebildeten Kernprobleme begrüßenswert und zweckförderlich. Zu nennen ist hier beispielsweise das strikte Verbot von Bedarfs- und Wahlpositionen im VHB. Es steht der Beschaffung energieeffizienter Produkte und der Lebenszykluskostenberechnung im Wege. Die methodische Notwendigkeit von Bedarfs- und Wahlpositionen entzieht ihrem Verbot die Daseinsberechtigung. Durch Rechtsänderungen oder präzisierende Verwaltungsvorschriften ließe sich auch ein weiteres Hindernis der Vergabestellen beseitigen: Die Rechtsunsicherheit. Dass Vergabestellen wegen des Risikos eines Nachprüfungsverfahrens den be-

9. Vergaberechtliche Grundlagen für lebenszyklusorientierte Bauvorhaben

quemeren Weg ohne Einbeziehung von Lebenszyklusfaktoren wählen, ist verständlich, aber zu ändern.

Nur wenn den öffentlichen Auftraggebern die Umsetzung der Nachhaltigkeitsziele erleichtert wird, kann die öffentliche Hand auch in diesem Bereich ihre Vorbildfunktion ausüben. Auch darf sich das Vergaberecht nicht durch die Entwicklung, dass Qualitätskriterien die vorherrschende Bedeutung des Preises mehr und mehr verdrängen, abhängen lassen. Die zugrundeliegenden Maximen des Wettbewerbs und der Wirtschaftlichkeit gebieten schließlich die Förderung von Innovationen. Es ist aber Bestandteil des Marktgeschehens, dass eine verlängerte Produktlebensdauer oft einen höheren Anschaffungspreis nach sich zieht. Deshalb sind auch an die Hersteller und die die Montage vornehmenden Unternehmen gerichtete Innovationsanreize zu setzen.

Das neue europäische Vergaberecht setzt hier unter anderem mit der neu geschaffenen Innovationspartnerschaft Maßstäbe. Die Umsetzung durch den deutschen Gesetzgeber ist mit Spannung zu erwarten.

QUELLEN

ZukunftBAU Projekte als Basisquellen

Balck (2012): Balck, H.: Lebenszyklusorientierte Vergabe im Hochbau – Methodische Grundlagen / Forschungsinitiative ZukunftBAU - Fraunhofer IRB, Bauforschungsprojekte 2012.

Balck (2013): Balck, H.: „LifeCycle Benchmarking“ / Forschungsinitiative ZukunftBAU - Fraunhofer IRB, Bauforschungsprojekte 2012.

NOCH NICHT VERÖFFENTLICHT

Balck (ev. 2015): Balck, H. Abschlussbericht Forschungsvorhaben „Lebenszyklusorientierte Produktinformation“ / Forschungsinitiative ZukunftBAU

Literatur alphabetisch (zitiert)

Bahr (2012): Bahr, C.: Realdatenanalyse zum Instandhaltungsaufwand Öffentlicher Hochbauten, Universitätsverlag Karlsruhe 2008

Bahr (2010): Bahr, C / Lennerts, K.: Lebens- und Nutzungsdauer von Bauteilen - Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung BBR-, Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung -BBSR-, Forschungsinitiative 'Zukunft Bau', Bonn (Auftraggeber, Herausgeber) - 2010

Banse (1997): Banse, G. (Hrsg.): Allgemeine Technologie zwischen Aufklärung und Metatheorie. Johann Beckmann und die Folgen. Ed. Sigma, Berlin 1997

Becker (2009): Becker, M.; Knoll, P.: Stand-by-Verbrauch von Buskomponenten - de 17/2009

Becker (2008): Becker, M.; Knoll, P.: Energieeinsparpotenziale durch Einsatz von Raum- und Gebäudeautomation – Teil1, HLH 2/2008, S. 56–59, Teil 2, HLH 3/2008, S. 28–32

Bernhardt (1990): Bernhardt, R / Bernhardt, W.: Nummerungssysteme - Grundbegriffe und Einführung, expert Verlag, 1990

„Lebenszyklusorientierte Planungsprozesse, Ausschreibungen und Vergaben – Pilotierung in der Projektbegleitung öffentlicher Bauvorhaben“ - Forschungsinitiative ZukunftBAU – Stand 05-2015

QUELLEN

Bernhardt (1981): Bernhardt, R.: Systematisierung des Konstruktionsprozesses, VDI Verlag, 1981

Bernhardt (1975): Bernhardt, R.: Nummerungstechnik im Maschinenbau kurz und bündig, Vogel Verlag und Druck, 1975

BMUB (2013): Leitfaden Nachhaltiges Bauen - Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit – Informationsportal Nachhaltiges Bauen - <http://www.nachhaltigesbauen.de>

Bullinger (2009): Bullinger, H. J. (Hrsg.) Handbuch Unternehmens-Organisation/ Kap. 11 Information und Kommunikation/ Abschnitt 11.1.6.10 Kontinuierliche Verbesserungsprozesse, S. 711, Springer 2009

Dörner (1983): Dörner, D. / Bick, Th. / Brüderl, L. / Jüttner, A. / Klee, U. / Reh, H.: Lohhausen: vom Umgang mit Unbestimmtheit und Komplexität, Verlag H. Huber, 1983

FM Benchmarking Bericht 2014 - Rotermund – Ingenieure (Hrsg.): fm.benchmarking Bericht 2011/2012

Gerdes (2012): Gerdes, G.: Sind zertifizierte Gebäude nicht kostengünstiger?- in Facility Manager 4/2012 – Gütersloh: Bauverlag BV

Grob (1989): Grob, H. L.: Investitionsrechnung mit vollständigen Finanzplänen – Vahlen, München 1989

Grupp (2015): Grupp, R: „Was bringt die nahe Zukunft der Gebäudeautomation?“ s. Trend „Stromsparende Bauteile“ - in: cci Zeitung 05/ 2015

Hanke (2014): Hanke, B.: Qualität am Bau aus Sicht des Gebäudebetreibers - in: Lauber, J. / Kranz, H. / Hanke, B.: BauWesen BauUnwesen - Warum geht Bauen in Deutschland schief ? – Eigenverlag J. Lauber 2014

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

Jahn u.a (2014): Jahn, C, Deifuß-Kruse, D, Brandt, A (Hrsg.): Kreiskaufwirtschaft - Kohlhammer 2014

„Lebenszyklusorientierte Planungsprozesse, Ausschreibungen und Vergaben – Pilotierung in der Projektbegleitung öffentlicher Bauvorhaben“ - Forschungsinitiative ZukunftBAU – Stand 05-2015

Kalusche (1991): Kalusche, W.: Gebäudeplanung im Betrieb - Springer Verlag, Berlin, 1991

Kaplan (1999): Kaplan, Robert S.: Prozesskostenrechnung als Managementinstrument. - Frankfurt/Main : Campus-Verl., 1999

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

Makkie (2011): Makkie, H. E.: Green Building –Nachhaltigkeitszertifikate im Bausektor: Konsequenzen für die Bau- und Immobilienwirtschaft – Diplomica Verlag GmbH, Hamburg 2011

Möller (1996): Möller, D.-A.: Planungs- und Bauökonomie Bd. 1 Grundlagen der wirtschaftlichen Bauplanung, 3. Auflage Oldenbourg Verlag München Wien 1996

Möller (2013): Möller, D.-A. und Kalusche, W.: Planungs- und Bauökonomie: Wirtschaftslehre für Bauherren und Architekten – Oldenburg Verlag, München 2013.

Porter (1991): Porter, M.: Nationale Wettbewerbsvorteile. Erfolgreich konkurrieren auf dem Weltmarkt , Droemer Knaur, München 1991

Schelle (2007): Schelle, H.: Projekte zum Erfolg führen – 6. Auflage, München 2007

Stoy (2014): Stoy, Ch. – Deskription und Evaluation von Datenquellen für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen – Forschungsbericht ZukunftBau, 2014

Zimmermann (2011): Zimmermann, J. / Schaule M.: Untersuchung des Einflusses von Merkmalen der Nachhaltigkeit auf den Verkehrswert von Immobilien – Forschungsbericht TU München, Eigenverlag TUM 2011

Vorgaben/ Richtlinien zur Nachhaltigkeit

Amtsblatt (2007): Amtsblatt für Brandenburg: Bekanntmachungen der Landesbehörden – Potsdam Juni 2007

Behörden Spiegel (2011): „Kriterium Lebenszyklus, Ökologisches Beschaffungskonzept“, Behörden Spiegel, August 2011, Seite 27

BMVBS (2010): Bekanntmachung B 13-8141.7/7 des Bundesministeriums für Verkehr und Stadtentwicklung über die Nutzung und die Anerkennung von Bewertungssystemen für das nachhaltige Bauen, Berlin 15.04.2010

BMVBS (2010): Bundesministerium für Verkehr, bau- und Wohnungswesen: Leitfaden Nachhaltiges Bauen – Eigenverlag 2010 – www.nachhaltigesbauen.de

BMVBS (2009): Bericht zur Innovationsorientierung öffentlicher Beschaffung – Fortschritte seit Oktober 2007 – www.bmwi.de

BMVBS (2008): Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, AZB 15-0-1082-00/2 – Berlin 10.01.2008

BMVBS (2007): Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Finanzministerium des Landes Nordrhein-Westfalen – PPP im Hochbau Vergaberechtsleitfaden – Berlin 2007

BNB (2011): Bewertung Nachhaltiges Bauen für Bundesgebäude – Dokumentation der Kriteriensteckbriefe - www.nachhaltigesbauen.de

DGNB (2014): Deutsche Gesellschaft für nachhaltiges Bauen e.V. – Deutsches Gütesiegel Nachhaltiges Bauen – www.dgnb.de

Hegner (2010): Hegner, H.D.: Der BMVBS-Leitfaden zum nachhaltigen Bauen, Zertifizierung nachhaltiger Gebäude, Forschungsaktivitäten – Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung / hans.hegner@bmvbs.bund.de

Hegner (2008): Hegner, H.D.: Fortschreibung des Leitfaden 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.: BDir Dipl.-Ing. Hans-Dieter Hegner - Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung BMVBS – Der Leitfaden „Nachhaltiges Bauen“ – Zertifizierung nachhaltiger Gebäude, Forschungsaktivitäten, BMVBS Berlin 11.12.2007

„Lebenszyklusorientierte Planungsprozesse, Ausschreibungen und Vergaben – Pilotierung in der Projektbegleitung öffentlicher Bauvorhaben“ - Forschungsinitiative ZukunftBAU – Stand 05-2015

Literatur Forschungspartner / ZukunftBAU

Becker (2011): Becker, M.: Innovationen in der Gebäudetechnik. Eco Forum bei Euroshop 2011, 28.02.2011, Düsseldorf

Becker (2011): Becker, M.; Köberle, T.: Verfahren zur Bewertung der Energieeffizienz von Kälteanlagen. Tagungsband Facility Management Kongress, 22.- 24.02.2011, Frankfurt, S.99 - 108

Beckers (2010): Beckers, T. TU Berlin: Forschungsprojekt „Ermittlung von Lebenszykluskosten und Vergleich verschiedener Beschaffungsvarianten im Hochbau unter Berücksichtigung institutionenökonomischer Erkenntnisse (LV-bau)“; Themenschwerpunkt: Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen bei PPP-Projekten; Laufzeit: 0411/2010 - 1204/20112012; Mittelgeber: Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS); Projektpartner: IPS – Institut für Projektmethodik und Systemdienstleistungen, KVL Bauconsult GmbH.

Beckers (2010): Beckers, T. TU Berlin: Forschungsprojekt „Effiziente Anreizelemente und Koordinationsmechanismen in Bauverträgen im öffentlichen und privaten Hochbau“; Themenschwerpunkte: Analyse von Vertragstiefen und -formen im öffentlichen und privaten Hochbau; Laufzeit: 06/2010 - 05/2012; Mittelgeber: Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS); Projektpartner: KVL Bauconsult GmbH, Rechtsanwaltskanzlei HFK Heiermann Franke Knipp.

Bollin (2004): Bollin, E.: Nachhaltigkeitskriterien im Facility Management, 2. Forum Nachhaltige Energiewirtschaft der Fachhochschulen in Baden-Württemberg, Stuttgart, 2004

Bollin (2003): Bollin, E.: Digitale Gebäudeautomation, Springer Verlag, 2003

Franke (2011): Franke, H.: Lebenszykluskosten in Vergabe- und Haushaltsrecht – in: Innovationen im Baubetrieb, Festschrift für Uni.-Prof. Dr.-Ing. Udo Blecken / Schriftenreihe des Lehrstuhls Baubetrieb und Bauprozessmanagement der TU Dortmund, Werner-Verlag 2011

Graubner/Hüske (2003): Graubner, C.-A., Hüske, K.: Nachhaltigkeit im Bauwesen, Ernst & Sohn, 2003

Graubner / Riegel (2003): Graubner, C.-A.; Riegel, G.: Simulationsgestützte Prognose der Nutzungskosten von Bürogebäuden. 24. Darmstädter Massivbauseminar „IuK-Technologie im Konstruktiven Ingenieurbau“, 13.10.2003, Eigenverlag Darmstadt

HFk Rechtsanwälte (2011): Facility Management, 2. Auflage – Eigenverlag 2011

HFk Rechtsanwälte (2010): Green Building / Nachhaltiges Bauen – Eigenverlag 2010

Lützkendorf (2009) Lützkendorf, T. - in: 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

Peters (2011) ¹ „Green Building – In der Zukunft angekommen?“ – In: „forum Nachhaltig Wirtschaften“, Sonderdruck 01/2011 (www.forum-csr.net). Weitere Informationen www.bau-umwelt.com

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

AMEV (2013): TGA Kosten Betreiben 2013 - Arbeitskreis Maschinen- und Elektrotechnik staatlicher und kommunaler Verwaltung – Berlin, 2013

BKI (2014): Baukosten Informationsdienst, Objektdaten NK1 - Nutzungskosten, Architektenkammer Baden Württemberg, 2014

BKI (2014): Baukosten Informationsdienst, Teil 2 Statistische Kostenkennwerte für Bauelemente, Architektenkammer Baden Württemberg, 2014

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 V 18599 (2011): DIN Deutsches Institut für Normung e.V.: "Energetische Bewertung von Gebäuden - Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Hei-

QUELLEN

zung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung"- Beuth Verlag, Berlin 2008

DIN 18960 (2008): DIN Deutsches Institut für Normung e.V.: Nutzungskosten im Hochbau - Beuth Verlag, Berlin 2008

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 69901(2009): Teil 1-5 Projektmanagement – Projektmanagementsysteme, Beuth Verlag, Berlin 2009

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 14001 ff (2012): Aktuelle Normen zum Umweltmanagement, Beuth Verlag, Berlin 2012

DIN EN ISO 14040 (2009): DIN Deutsches Institut für Normung e.V.: Umweltmanagement – Ökobilanz – Grundsätze und Rahmenbedingungen - Beuth Verlag, Berlin 2009

DIN EN ISO 14044 (2006): DIN Deutsches Institut für Normung e.V.: Umweltmanagement – Ökobilanz – Anforderungen und Anleitungen – Beuth Verlag, Berlin 2009

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

„Lebenszyklusorientierte Planungsprozesse, Ausschreibungen und Vergaben – Pilotierung in der Projektbegleitung öffentlicher Bauvorhaben“ - Forschungsinitiative ZukunftBAU – Stand 05-2015

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

PLAKODA (2014): Planungs- und Kostendatenmodule der Länder und des Bundes PLAKODA©

StLB Bau (2010): Standardleistungsbuch Bau – Dynamische Baudaten, DIN Deutsches Institut für Normung e.V. – Eigenverlag, 2010

TGA-KO (2008): Kosten Technischer Gebäudeausrüstung, Version 2, 3. Auflage 2008
Hrsg.: Finanzministerium Baden-Württemberg/ Vermögen und Bau Baden-Württemberg/ Poststelle.vb-bw@vbv.bwl.de

VDI 2067 (2012): Verein Deutscher Ingenieure – Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen – Grundlagen und Kostenrechnung (Blatt 1) - Beuth Verlag – Berlin 2000

VDI 2884 (2005): Verein Deutscher Ingenieure - Beschaffung, Betrieb und Instandhaltung von Produktionsmitteln unter Anwendung von Life Cycle Costing (LCC) – 2005

VDI 3810 (2012): Verein Deutscher Ingenieure - Betreiben und Instandhalten von Gebäuden und gebäudetechnischen Anlagen – 2012

VDI 3813 (2011): Verein Deutscher Ingenieure – Richtlinienreihe Gebäudeautomation (GA) - Raumautomation – 2011

VDI 6025 (2008): Verein Deutscher Ingenieure - Betriebswirtschaftliche Berechnungen für Investitionsgüter und Anlagen - 2008

„Lebenszyklusorientierte Planungsprozesse, Ausschreibungen und Vergaben – Pilotierung in der Projektbegleitung öffentlicher Bauvorhaben“ - Forschungsinitiative ZukunftBAU – Stand 05-2015

QUELLEN

VDMA 34160 (2006): VDMA-Einheitsblatt „Prognosemodell für die Lebenszykluskosten von Maschinen und Anlagen, Beuth Verlag GmbH Berlin

VDMA Einheitsblätter 241 86 - Leistungsprogramm für die Wartung von technischen Anlagen und Ausrüstungen in Gebäuden – Beuth Verlag 2003

VOB (2009): Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Beuth Verlag – Berlin 2009



ANHANG

Forschungsprojekt

Lebenszyklusorientierte Planungsprozesse, Ausschreibungen und Vergaben – Pilotierung in der Projektbegleitung öffentlicher Bauvorhaben im Hochbau

(Aktenzeichen: SF – 10.08.18.7-10.09 // II 3 – F20-10-011)

Endbericht – Mai 2015

Vorgelegt von Prof. Henning Balck

IPS – Institut für Projektmethodik
und Systemdienstleistungen

**IPS – Institut für Projektmethodik
und Systemdienstleistungen**

Obere Neckarstraße 21
69117 Heidelberg

Tel.: 06221-5025 89-0
info@ips-institut.de

ANHANG

A1 Projektmethodische Darstellungen

A1- 1	Kostenarten in den Lebenszyklusphasen von Bauteilen innerhalb der Nutzungsdauer der Bauteile [© H. Balck] - Blatt 1	4
A1- 2	Leitgliederung nach DIN 276 - Muster KG 400	6

A2 Vergleichende Auswertungen UBA und WES

A2-1 Übersicht LZK 10 Jahre bis 50 Jahre

A2-1- 1	UBA Übersicht LZK 10 - 50 Jahre / Tabelle	7
A2-1- 2	WES Übersicht LZK 10-50 Jahre / Tabelle	8
A2-1- 3	UBA – Verhältnis der LZK Strategische Bauteile zu LZK Nicht-Strategische Bauteile.....	9
A2-1- 4	WES – Verhältnis der LZK Strategische Bauteile zu LZK Nicht-Strategische Bauteile.....	9

A2-2 Aufsummierte Erneuerungskosten 5.-6- Stelle DIN 276

A2-2- 1	UBA Erneuerungskosten in 50 Jahren.....	4
A2-2- 2	WES Erneuerungskosten in 50 Jahren.....	6

A2-3 Aufsummierte Folgekosten 5.-6- Stelle DIN 276 nach Nutzungsdauern

A2-2- 1	Blatt 1 - UBA Zeitschnitt 10 Jahre - Bauteilbezogene Folgekostenanteile (B-FK) in % der Gesamtfolgekosten des Bauwerks (G-FK)	10
A2-2- 2	Blatt 2 - WES Zeitschnitt 10 Jahre - Bauteilbezogene Folgekostenanteile (B-FK) in % der Gesamtfolgekosten des Bauwerks (G-FK)	11
A2-2- 3	Blatt 3 - UBA Zeitschnitt 30 Jahre - Bauteilbezogene Folgekostenanteile (B-FK) in % der Gesamtfolgekosten des Bauwerks (G-FK)	12
A2-2- 4	Blatt 4 - WES Zeitschnitt 30 Jahre - Bauteilbezogene Folgekostenanteile (B-FK) in % der Gesamtfolgekosten des Bauwerks (G-FK)	13
A2-2- 5	Blatt 5 - UBA Zeitschnitt 50 Jahre - Bauteilbezogene Folgekostenanteile (B-FK) in % der Gesamtfolgekosten des Bauwerks (G-FK)	14
A2-2- 6	Blatt 5 - WES Zeitschnitt 50 Jahre - Bauteilbezogene Folgekostenanteile (B-FK) in % der Gesamtfolgekosten des Bauwerks (G-FK)	15

A2-4 Analyse Kostentreiber – bauteilgenerierte Folgekosten

A2-3- 1	Kostentreiber - UBA / WES - 10 Jahre.....	16
A2-3- 2	Kostentreiber - UBA / WES - 30 Jahre.....	17
A2-3- 3	Kostentreiber - UBA / WES - 50 Jahre.....	18

A2-5 Bauteilfolgekosten und Lebenszykluskostenfaktoren

A2-4- 1	UBA – Strategische Bauteile, die ca. 20 % der Investition umfassen, sortiert nach Lebenszykluskosten-Faktoren in 10 Jahren/ 20 Jahren.....	19
A2-4- 2	UBA - Strategische Bauteile, die ca. 20 % der Investition umfassen, sortiert nach Lebenszykluskosten-Faktoren in 30 Jahren/ 40 Jahren.....	20
A2-4- 3	UBA - Strategische Bauteile, die ca. 20 % der Investition umfassen, sortiert nach Lebenszykluskosten-Faktoren in 50 Jahren	21
A2-4- 4	WES - Strategische Bauteile, die ca. 20 % der Investition umfassen, sortiert nach Lebenszykluskosten-Faktoren in 10 Jahren/ 20 Jahren.....	22
A2-4- 5	WES - Strategische Bauteile, die ca. 20 % der Investition umfassen, sortiert nach Lebenszykluskosten-Faktoren in 30 Jahren / 40 Jahren.....	23
A2-4- 6	WES - Strategische Bauteile, die ca. 20 % der Investition umfassen, sortiert nach Lebenszykluskosten-Faktoren in 50 Jahren	24

A3 Bauteile der Raumautomation – Variantenanalysen der Folgekosten

A3- 1	Variantenanalyse - Raumautomation Regler	25
A3- 2	Variantenanalyse - Raumautomation Sensoren.....	26

A4 Strategische Bauteile – Methodik und Optimierungsbeispiele

A4-1 Bauteilorientierung und Produktorientierung

A4-1- 1	Materialauswahl für Bodenbeläge.....	27
A4-1- 2	Beleuchtung Besprechungsraum LZK 20 Jahre.....	28

A4-2 Ausschreibung von RLT-Anlagen

A5 „UBA 2019“ – Ökologisch-gesundheitliche Strategische Bauteile

A5- 1	Ökologisch-gesundheitlich Strategisches Bauteil „Holzfassade“	35
A5- 2	Ökologisch-gesundheitlich Strategisches Bauteil „Bodenplatte“	36
A5- 3	Ökologisch-gesundheitlich Strategisches Bauteil „Bodenbeläge“	37
A5- 4	Ökologisch-gesundheitlich Strategisches Bauteil „Kompaktdach“	38
A5- 5	Ökologisch-gesundheitlich Strategisches Bauteil „Holz-Zellulosedach“ ..	39

A6 Variantenanalyse thermodynamischer Simulationen von Entwürfen für den Neubau eines Schulgebäudes in Karlsruhe

A6- 1	Fensterflächenanteil, Schule 1 Karlsruhe	40
A6- 2	Sommerlicher Wärmeschutz, Schule 1 Karlsruhe.....	41
A6- 3	Fensterkonstruktionen, Schule 1 Karlsruhe	42
A6- 4	Solltemperatur, Schule 1 Karlsruhe	43
A6- 5	Azimet-Varianten, Schule 1 Karlsruhe	44
A6- 6	Variierte Speicherwirkung, Schule 1 Karlsruhe	45

A1 Projektmethodische Darstellungen

Kostenarten in den Lebenszyklusphasen von Bauteilen*		DIN Basis
1	Bauteil-Investitionskosten (in der Investitionsphase)	DIN 276
	<p>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.</p> <p>Zu den Investitionsphasen gehören die Anfangsinvestition und ggf. Ersatzinvestitionen in Erneuerungsketten **.</p>	
2	Bauteil-Betriebskosten (in der Bestandsphase)	DIN 18960
	<p>Bauteileigenschaften bzw. bauteilabhängige Prozesse sind Verursacher von Betriebskosten (abhängig von Oberflächeneigenschaften, spezifischen Konstruktionsmerkmalen, technologischen Merkmalen, Nutzungs- und Betriebsprozessen).</p> <p>Folgende Kostengruppen der DIN 18960 sind relevant:</p> <ul style="list-style-type: none"> 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>Je Bauteilart sind unterschiedliche Kostengruppen mit verschiedenen Hierarchiestufen (bis 6.Stelle) spezifisch. Im Extremfall entfallen alle Kostengruppen.</p>	
3	Bauteil-Instandsetzungskosten (in der Bestandsphase)	DIN 18960
	<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.</p> <p>„Große Instandsetzungen“/„Großreparaturen“ werden <u>nicht</u> betrachtet. In solchen Fällen werden Bauteile komplett ausgetauscht.</p>	
<p>* Bauteile sind definiert als Identitäten innerhalb ihrer Nutzungsdauer. Im Erneuerungsfall handelt es sich um neue Bauteile</p>		
<p>** Erneuerungsketten bestehen aus Bauteil-Identitäten mit Anfangsglied, Mittelgliedern und Endglied. Solche Bauteile können baugleich oder zeitgemäß verändert sein.</p>		

A1-1 Kostenarten in den Lebenszyklusphasen von Bauteilen innerhalb der Nutzungsdauer der Bauteile [© H. Balck] - Blatt 1

4	Bauteil – Verwertungskosten (in der Verwertungsphase)	DIN 276
	<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- und Entsorgungskosten</p> <p>Bauteilbezogene Planungs- /Organisationskosten der Verwertungsphase</p>	

A1- 1 Kostenarten in den Lebenszyklusphasen von Bauteilen innerhalb der Nutzungsdauer der Bauteile [© H. Balck] - Blatt 2

Leitgliederung nach DIN 276						Auswertung LZK
KG nach DIN 276						Nutzenergie
1. KG-Stelle	2. KG-Stelle	3. KG-Stelle	4. KG-Stelle	5. KG-Stelle	5./6. KG-Stelle	Stromverbrauch aktiver Bauteile
Bezeichnung						Wasser
Investitionskosten						Reinigung
Bauteile [B]						Instandhaltungskosten
Strategische Bauteile [S]						Erneuerungskosten
Technische Gebäudeausrüstung						Berechnung Erneuerungszyklen
Lufttechnische Anlagen						Nutzungsdauer
Teilklimaanlagen						
400						
430						
432						
432.01						
	432.01-01	432.01-01	432.01-01	432.01-01	432.01-01	RLT Zentralgerät
						RLT-Zentralgerät
						Wärmeübertrager Luftwärmer
						Wärmeübertrager Luftkühler
						WRG Plattenwärmeübertrager
						Kugelsiphon für Kondensatablauf
						Luftfilter Taschenfilter Filter F7
						Luftfilter Taschenfilter Filter F9
						Statischer Frequenzumrichter 4kW
						Statischer Frequenzumrichter 2,2kW
						Elastische Verbindung
						Rauchmelder Ionisation digital
						Stellklappe 1003 x 1003mm, elektr.Stellantrieb
						Stellklappe 565 x 565mm, mit elektr.Stellantrieb
						Kulissenschalldämpfer
						Schalldämpfer rund DN100
						Schalldämpfer rund DN100
	432.02					Zubehör
		432.02-01				RLT Zubehör
	432.03					Brandenschutzklappen
		432.03-01				Brandenschutzklappen XX
	432.04					Volumenstromregler
		432.03-02				Volumenstromregler XX
	432.06					Luftdurchlässe und Luftgitter
		432.04-02				Luftdurchlässe und Luftgitter XX
		432.04-01				

A1-2 Leitgliederung nach DIN 276 - Muster KG 400

A2 Vergleichende Auswertungen UBA und WES

A2-1 Übersicht LZK 10 Jahre bis 50 Jahre

UBA = Büroneubau „UBA 2019“

UBA KG DIN 276	Anzahl von Bauteilen		Investitionskosten		LZK = Investitionskosten + Folgekosten / mittlere Nutzungsdauer / Barwertberechnung mit Preisindizes									
					10 Jahre			20 Jahre			30 Jahre			
					LZK	%	LZK-Faktor	LZK	%	LZK-Faktor	LZK	%	LZK-Faktor	
300	Strat. Baut.	26	13%	508.203 €	17%	703.209 €	19%	1,38	872.139 €	19%	1,72	1.040.929 €	18%	2,05
	Nicht Str. Baut.	19	10%	1.069.552 €	36%	1.076.500 €	29%	1,01	1.096.871 €	24%	1,03	1.199.880 €	21%	1,12
	Summe KG 300	45	23%	1.577.756 €	52%	1.779.708 €	48%	1,13	1.969.010 €	43%	1,25	2.240.809 €	40%	1,42
400	Strat. Baut.	80	41%	591.923 €	20%	1.090.384 €	29%	1,84	1.646.428 €	36%	2,78	2.253.238 €	40%	3,81
	Nicht Str. Baut.	38	20%	575.833 €	19%	592.429 €	16%	1,03	678.968 €	15%	1,18	902.432 €	16%	1,57
	Summe KG 400	118	61%	1.167.755 €	39%	1.682.813 €	45%	1,44	2.325.396 €	51%	1,99	3.155.670 €	56%	2,70
Σ Strat. Bauteile	106	55%	1.100.126 €	37%	1.793.592 €	48%	1,63	2.518.568 €	55%	2,29	3.294.166 €	58%	2,99	
Σ nicht Str. Bauteile	57	30%	1.645.385 €	55%	1.668.928 €	45%	1,01	1.775.838 €	39%	1,08	2.102.313 €	37%	1,28	
Σ NbG*	30	16%	264.724 €	9%	264.724 €	7%	1,00	264.724 €	6%	1,00	264.724 €	5%	1,00	
Σ Bauteile + NbG														
LZK-Gesamt**	193	100%	3.010.235 €	100%	3.727.245 €	100%	1,24	4.559.130 €	100%	1,51	5.661.203 €	100%	1,88	

LZK-Faktor = LZK / Investition

Preissteigerung zur Barwertrechnung: Baupreis 1,76 %; Kalkulationszinssatz 5,5 %; Wasserpreis 2 %; Lohn 2,5 %; Fernwärme 5,4 %

* NbG = Nicht bauteilbezogene Gewerkeleistungen

** nicht enthalten: nicht bauteilbezogene Energiekosten (Heizung, Kühlung) für Gesamtgebäude / Wasserverbrauch

UBA KG DIN 276	Anzahl von Bauteilen		Investitionskosten		LZK = Investitionskosten + Folgekosten / mittlere Nutzungsdauer / Barwertberechnung mit Preisindizes						
					40 Jahre			50 Jahre			
					LZK	%	LZK-Faktor	LZK	%	LZK-Faktor	
300	Strat. Baut.	26	13%	508.203 €	17%	1.134.488 €	18%	2,23	1.244.523 €	18%	2,45
	Nicht Str. Baut.	19	10%	1.069.552 €	36%	1.217.776 €	20%	1,14	1.285.634 €	19%	1,20
	Summe KG 300	45	23%	1.577.756 €	52%	2.352.264 €	38%	1,49	2.530.157 €	37%	1,60
400	Strat. Baut.	80	41%	591.923 €	20%	2.615.384 €	42%	4,42	2.917.304 €	43%	4,93
	Nicht Str. Baut.	38	20%	575.833 €	19%	1.005.028 €	16%	1,75	1.083.208 €	16%	1,88
	Summe KG 400	118	61%	1.167.755 €	39%	3.620.412 €	58%	3,10	4.000.512 €	59%	3,43
Σ Strat. Bauteile	106	55%	1.100.126 €	37%	3.749.872 €	60%	3,41	4.161.827 €	61%	3,78	
Σ nicht Str. Bauteile	57	30%	1.645.385 €	55%	2.222.804 €	36%	1,35	2.368.842 €	35%	1,44	
Σ NbG*	30	16%	264.724 €	9%	264.724 €	4%	1,00	264.724 €	4%	1,00	
Σ Bauteile + NbG											
LZK-Gesamt**	193	100%	3.010.235 €	100%	6.237.400 €	100%	2,07	6.795.393 €	100%	2,26	

LZK-Faktor = LZK / Investition

Preissteigerung zur Barwertrechnung: Baupreis 1,76 %; Kalkulationszinssatz 5,5 %; Wasserpreis 2 %; Lohn 2,5 %; Fernwärme 5,4 %

* NbG = Nicht bauteilbezogene Gewerkeleistungen

** nicht enthalten: nicht bauteilbezogene Energiekosten (Heizung, Kühlung) für Gesamtgebäude / Wasserverbrauch

A2-1- 1 UBA Übersicht LZK 10 - 50 Jahre / Tabelle

WES = Neubau Walter-Eucken-Schule, Karlsruhe

WES KG DIN 276	Anzahl von Bauteilen				Investitionskosten				LZK = Investitionskosten + Folgekosten / mittlere Nutzungsdauer / Barwertberechnung mit Preisindizes								
									10 Jahre			20 Jahre			30 Jahre		
									LZK	%	LZK-Faktor	LZK	%	LZK-Faktor	LZK	%	LZK-Faktor
300	Strat. Baut.	16	5%	911.316 €	17%	1.161.113 €	18%	1,27	1.352.610 €	18%	1,48	1.546.727 €	18%	1,70			
	Nicht Str. Baut.	61	20%	3.002.067 €	56%	3.003.835 €	47%	1,00	3.057.411 €	40%	1,02	3.122.815 €	36%	1,04			
	Summe KG 300	77	25%	3.913.383 €	73%	4.164.948 €	65%	1,06	4.410.020 €	58%	1,13	4.669.542 €	54%	1,19			
400	Strat. Baut.	63	20%	491.903 €	9%	1.245.928 €	19%	2,53	2.111.329 €	28%	4,29	2.748.571 €	32%	5,59			
	Nicht Str. Baut.	118	38%	687.447 €	13%	697.214 €	11%	1,01	737.145 €	10%	1,07	879.293 €	10%	1,28			
	Summe KG 400	181	59%	1.179.350 €	22%	1.943.141 €	30%	1,65	2.848.474 €	38%	2,42	3.627.863 €	42%	3,08			
Σ Strat. Bauteile		79	26%	1.403.219 €	26%	2.407.040 €	38%	1,72	3.463.939 €	46%	2,47	4.295.298 €	50%	3,06			
Σ nicht Str. Bauteile		179	58%	3.689.514 €	68%	3.701.049 €	58%	1,00	3.794.556 €	50%	1,03	4.002.108 €	47%	1,08			
Σ NbG*		51	17%	294.344 €	5%	294.344 €	5%	1,00	294.344 €	4%	1,00	294.344 €	3%	1,00			
Σ Bauteile + NbG																	
LZK-Gesamt **		309	100%	5.387.076 €	100%	6.402.433 €	100%	1,19	7.552.838 €	100%	1,40	8.591.750 €	100%	1,59			

LZK-Faktor = LZK / Investition

Preissteigerung zur Barwertrechnung: Baupreis 1,76 %; Kalkulationszinssatz 5,5 %; Wasserpreis 2 %; Lohn 2,5 %; Fernwärme 5,4 %

* NbG = Nicht bauteilbezogene Gewerkeleistungen

** nicht enthalten: nicht bauteilbezogene Energiekosten (Heizung, Kühlung) für Gesamtgebäude / Wasserverbrauch

WES KG DIN 276	Anzahl von Bauteilen				Investitionskosten				LZK = Investitionskosten + Folgekosten / mittlere Nutzungsdauer / Barwertberechnung mit Preisindizes					
									40 Jahre			50 Jahre		
									LZK	%	LZK-Faktor	LZK	%	LZK-Faktor
300	Strat. Baut.	16	5%	911.316 €	17%	1.657.008 €	17%	1,82	1.784.162 €	17%	1,96			
	Nicht Str. Baut.	61	20%	3.002.067 €	56%	3.227.676 €	34%	1,08	3.328.239 €	33%	1,11			
	Summe KG 300	77	25%	3.913.383 €	73%	4.884.685 €	51%	1,25	5.112.401 €	50%	1,31			
400	Strat. Baut.	63	20%	491.903 €	9%	3.351.597 €	35%	6,81	3.661.992 €	36%	7,44			
	Nicht Str. Baut.	118	38%	687.447 €	13%	1.084.472 €	11%	1,58	1.139.259 €	11%	1,66			
	Summe KG 400	181	59%	1.179.350 €	22%	4.436.069 €	46%	3,76	4.801.251 €	47%	4,07			
Σ Strat. Bauteile		79	26%	1.403.219 €	26%	5.008.605 €	52%	3,57	5.446.154 €	53%	3,88			
Σ nicht Str. Bauteile		179	58%	3.689.514 €	68%	4.312.148 €	45%	1,17	4.467.498 €	44%	1,21			
Σ NbG*		51	17%	294.344 €	5%	294.959 €	3%	1,00	294.959 €	3%	1,00			
Σ Bauteile + NbG		309	100%	5.387.076 €	100%	9.615.713 €	100%	1,78	10.208.611 €	100%	1,90			

LZK-Faktor = LZK / Investition

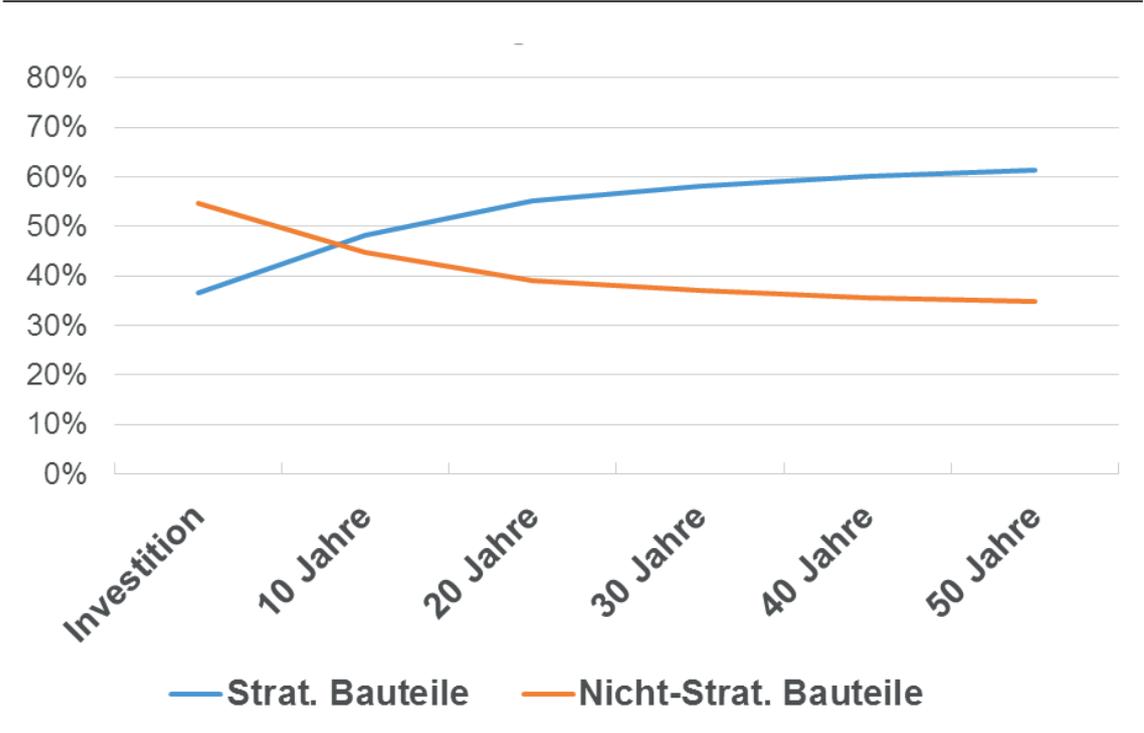
Preissteigerung zur Barwertrechnung: Baupreis 1,76 %; Kalkulationszinssatz 5,5 %; Wasserpreis 2 %; Lohn 2,5 %; Fernwärme 5,4 %

* NbG = Nicht bauteilbezogene Gewerkeleistungen

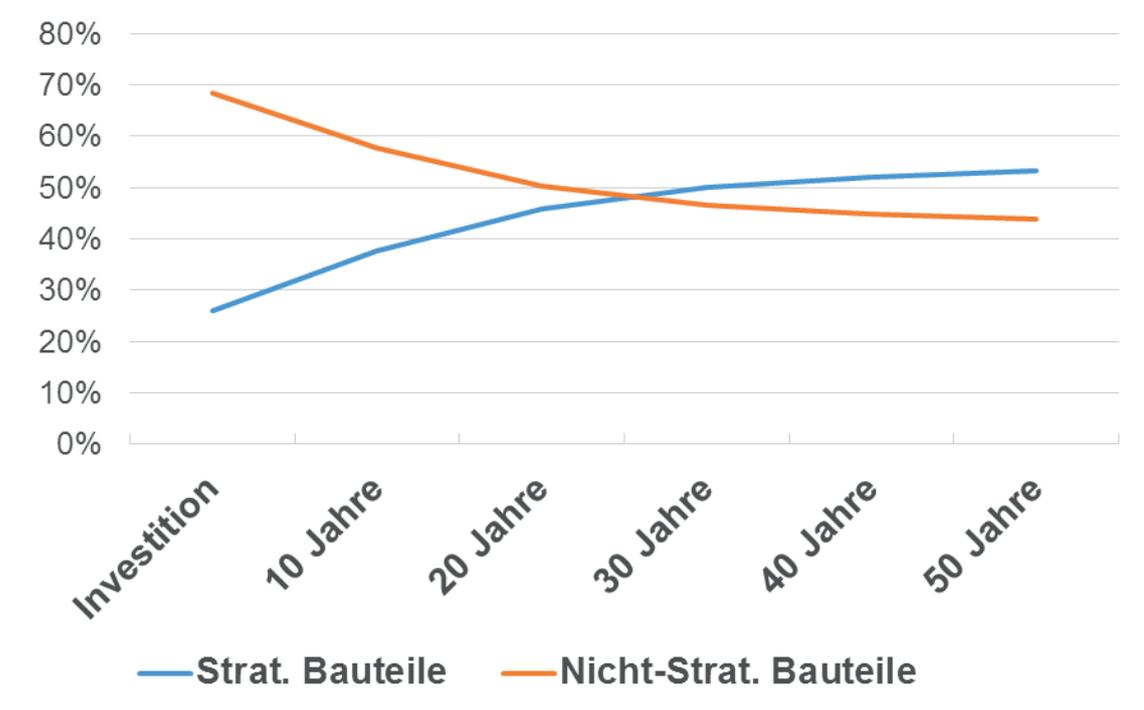
** nicht enthalten: nicht bauteilbezogene Energiekosten (Heizung, Kühlung) für Gesamtgebäude / Wasserverbrauch

A2-1- 2 WES Übersicht LZK 10-50 Jahre / Tabelle

Anhang

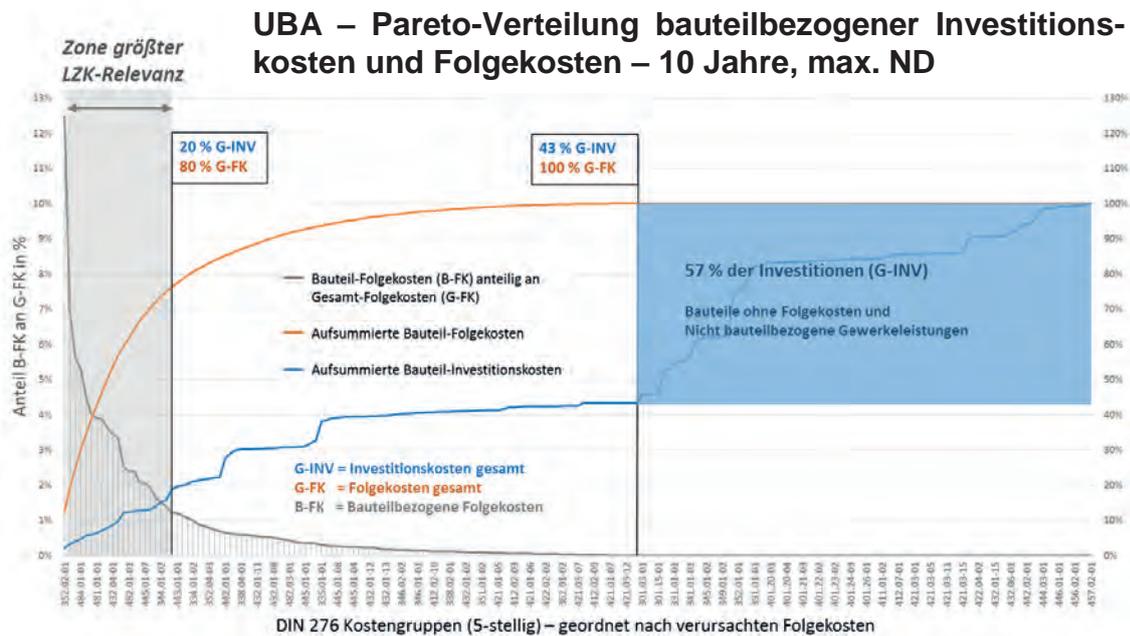
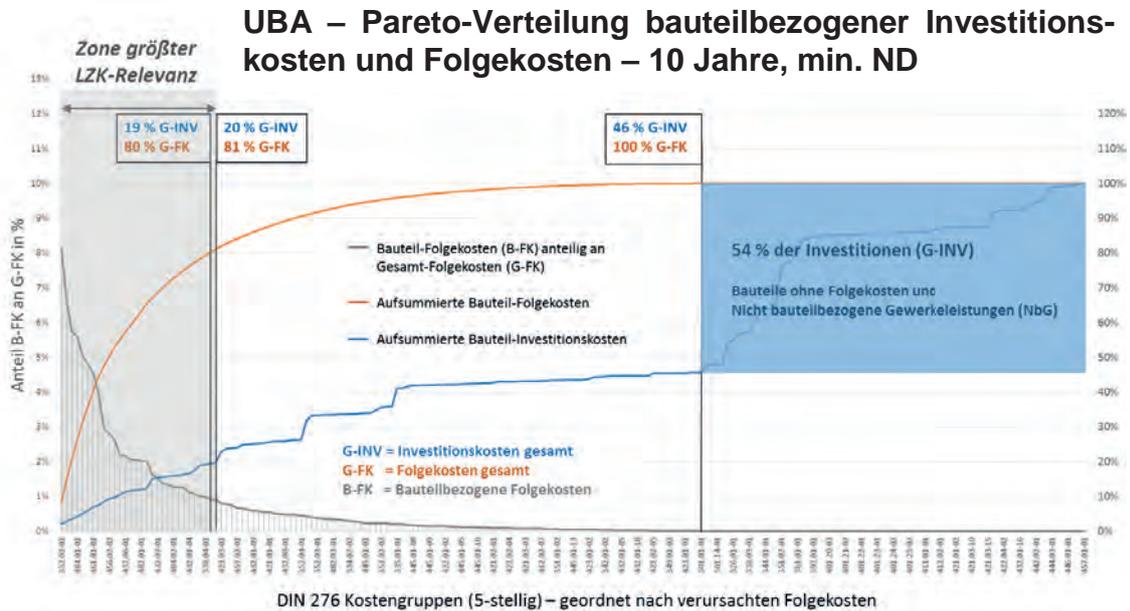


A2-1- 3 UBA – Verhältnis der LZK Strategische Bauteile zu LZK Nicht-Strategische Bauteile



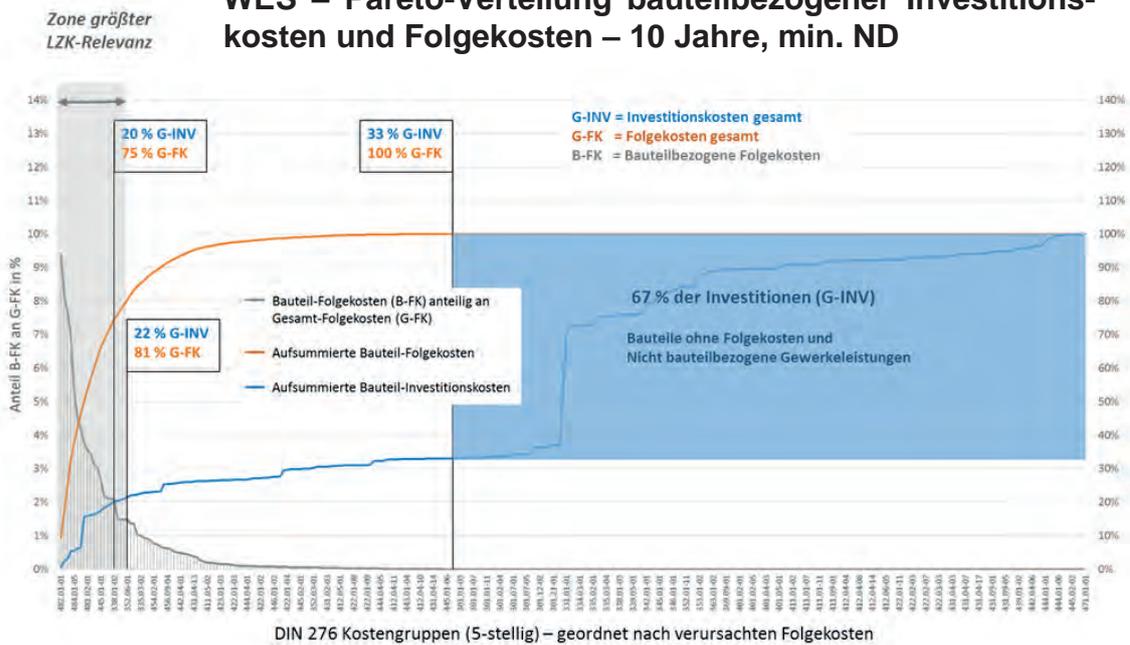
A2-1- 4 WES – Verhältnis der LZK Strategische Bauteile zu LZK Nicht-Strategische Bauteile

A2-2 Aufsummierte Folgekosten 5. – 6. Stelle DIN 276 nach Nutzungsdauern

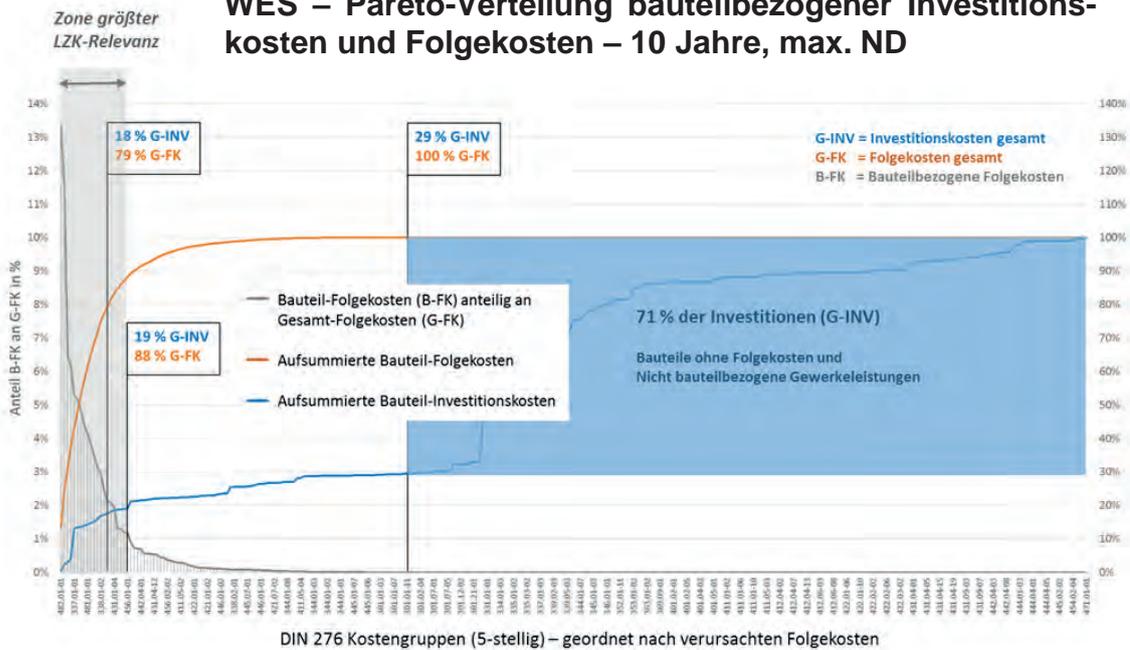


A2-2- 1 Blatt 1 - UBA Zeitschnitt 10 Jahre - Bauteilbezogene Folgekostenanteile (B-FK) in % der Gesamtfolgekosten des Bauwerks (G-FK)

WES – Pareto-Verteilung bauteilbezogener Investitionskosten und Folgekosten – 10 Jahre, min. ND

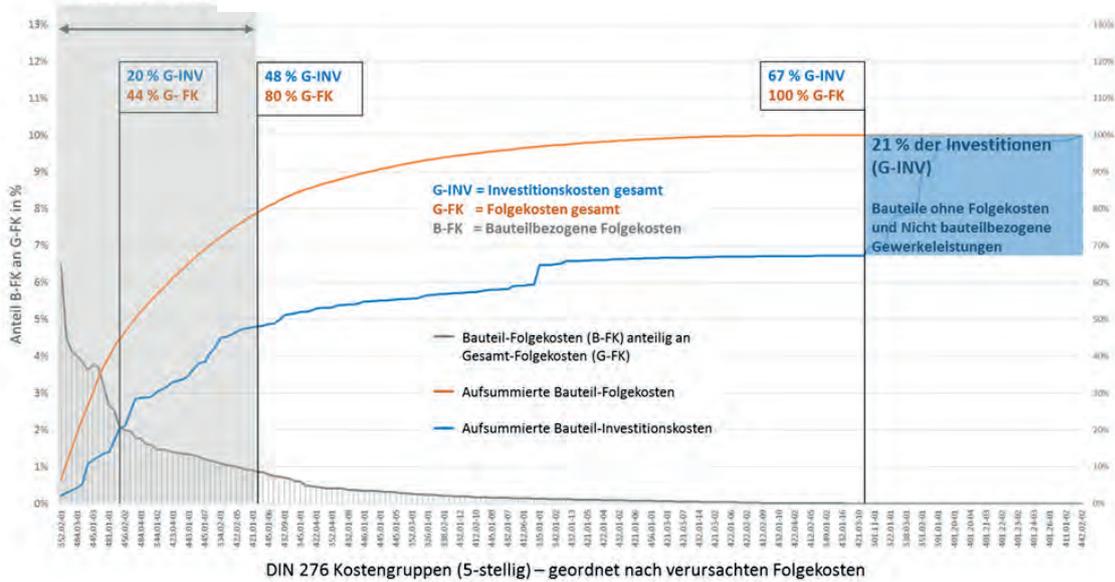


WES – Pareto-Verteilung bauteilbezogener Investitionskosten und Folgekosten – 10 Jahre, max. ND

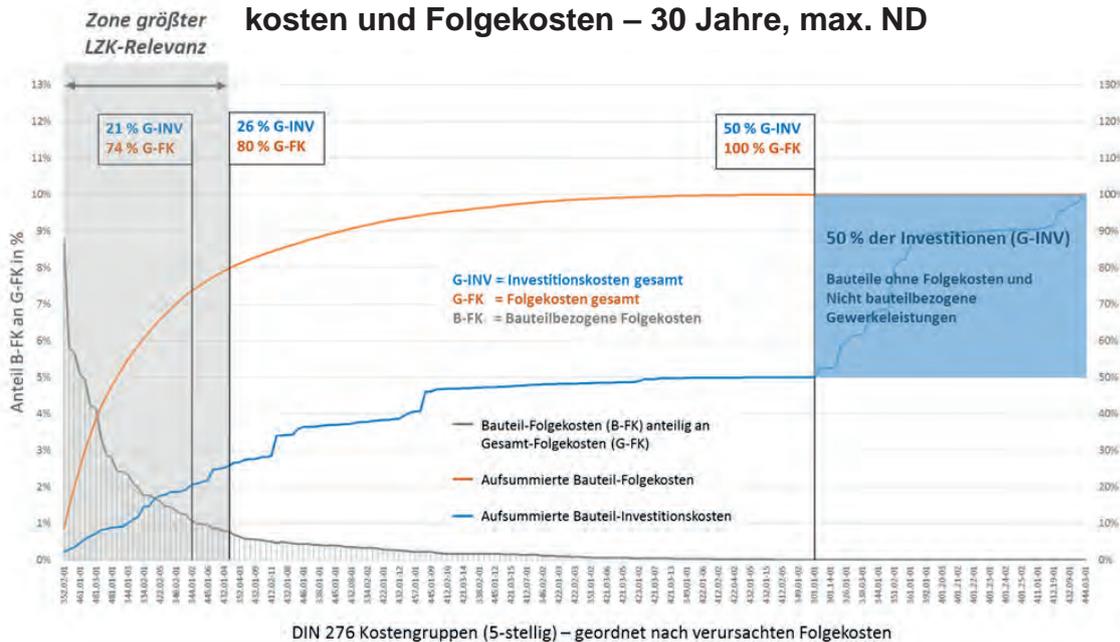


A2-2- 2 Blatt 2 - WES Zeitschnitt 10 Jahre - Bauteilbezogene Folgekostenanteile (B-FK) in % der Gesamtfolgekosten des Bauwerks (G-FK)

UBA – Pareto-Verteilung bauteilbezogener Investitionskosten und Folgekosten – 30 Jahre, min. ND

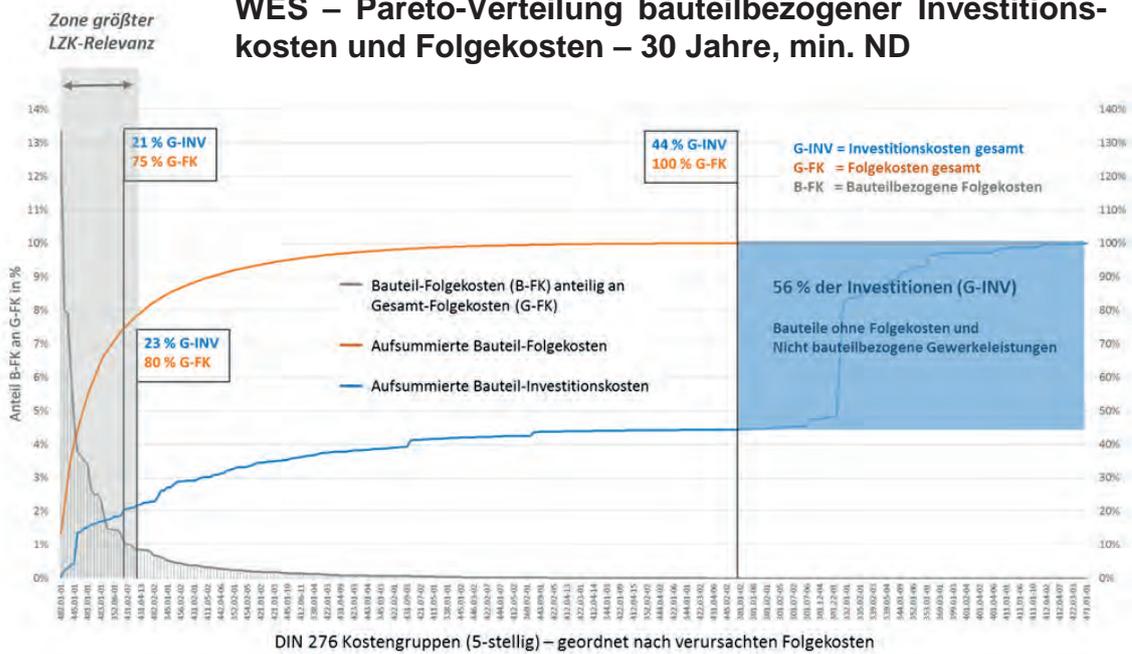


UBA – Pareto-Verteilung bauteilbezogener Investitionskosten und Folgekosten – 30 Jahre, max. ND

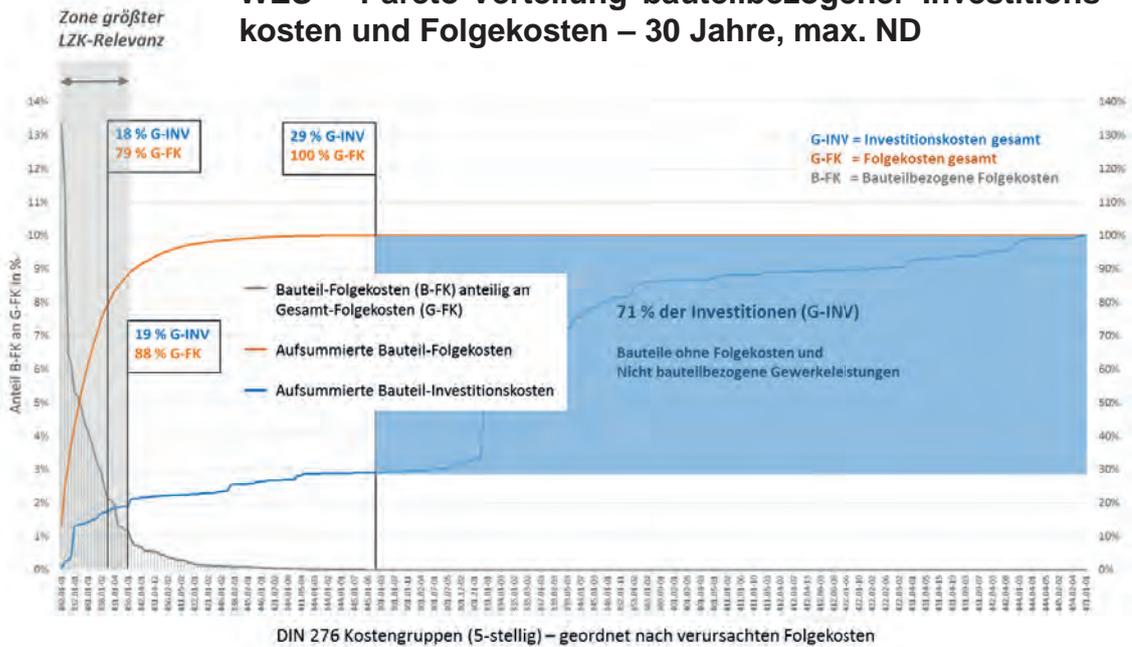


A2-2- 3 Blatt 3 - UBA Zeitschnitt 30 Jahre - Bauteilbezogene Folgekostenanteile (B-FK) in % der Gesamfolgekosten des Bauwerks (G-FK)

WES – Pareto-Verteilung bauteilbezogener Investitionskosten und Folgekosten – 30 Jahre, min. ND

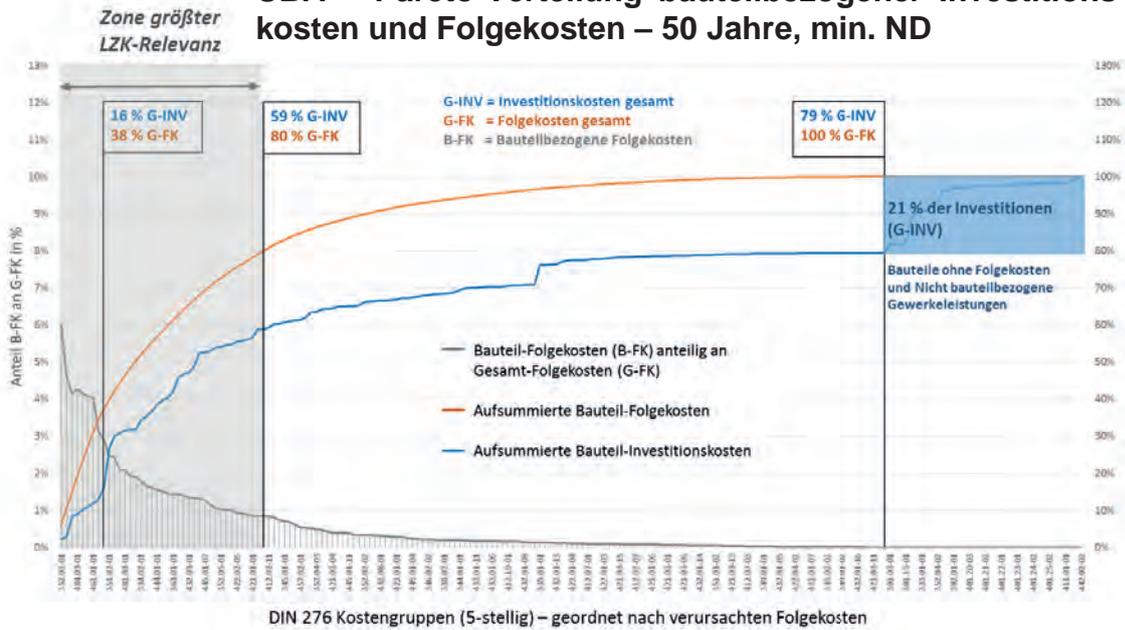


WES – Pareto-Verteilung bauteilbezogener Investitionskosten und Folgekosten – 30 Jahre, max. ND

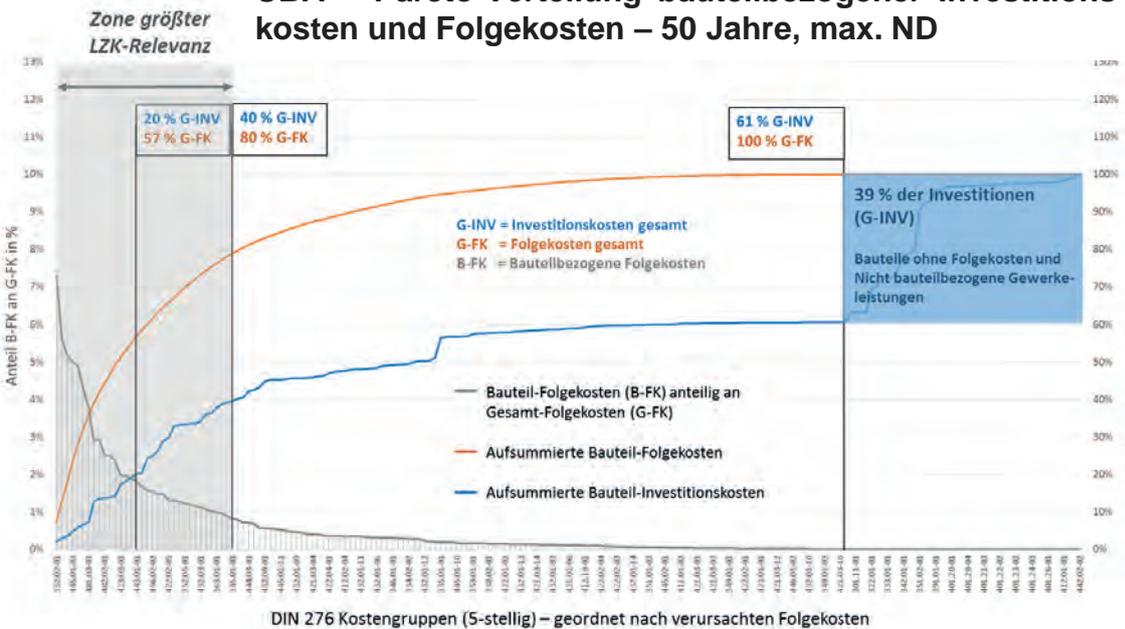


A2-2- 4 Blatt 4 - WES Zeitschnitt 30 Jahre - Bauteilbezogene Folgekostenanteile (B-FK) in % der Gesamtfolgekosten des Bauwerks (G-FK)

UBA – Pareto-Verteilung bauteilbezogener Investitionskosten und Folgekosten – 50 Jahre, min. ND

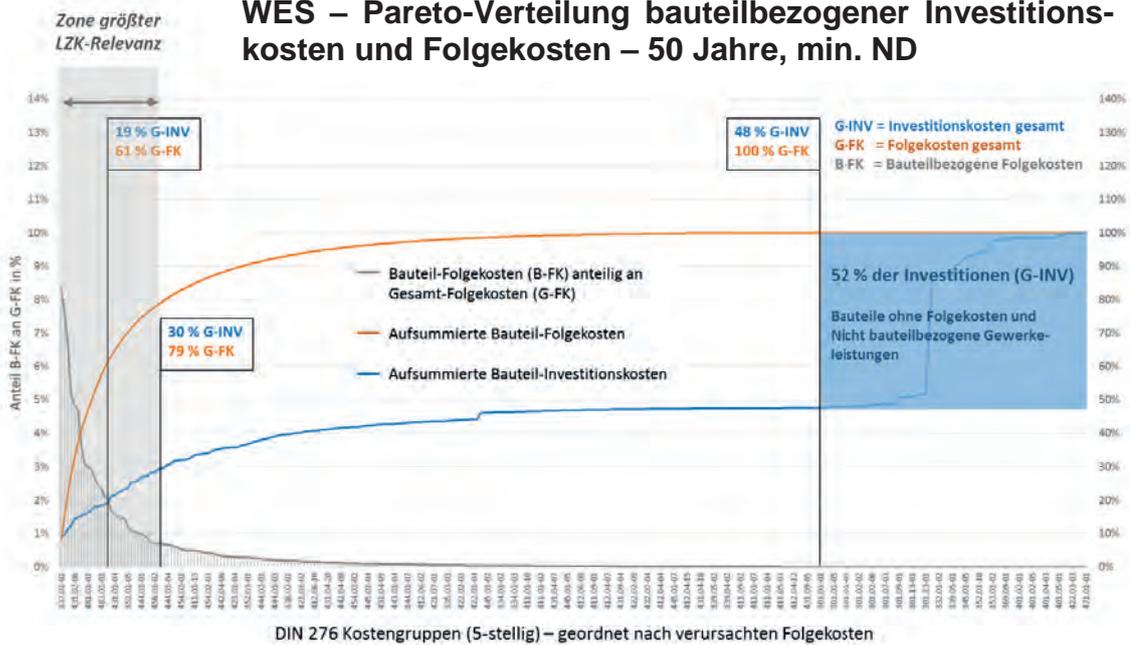


UBA – Pareto-Verteilung bauteilbezogener Investitionskosten und Folgekosten – 50 Jahre, max. ND

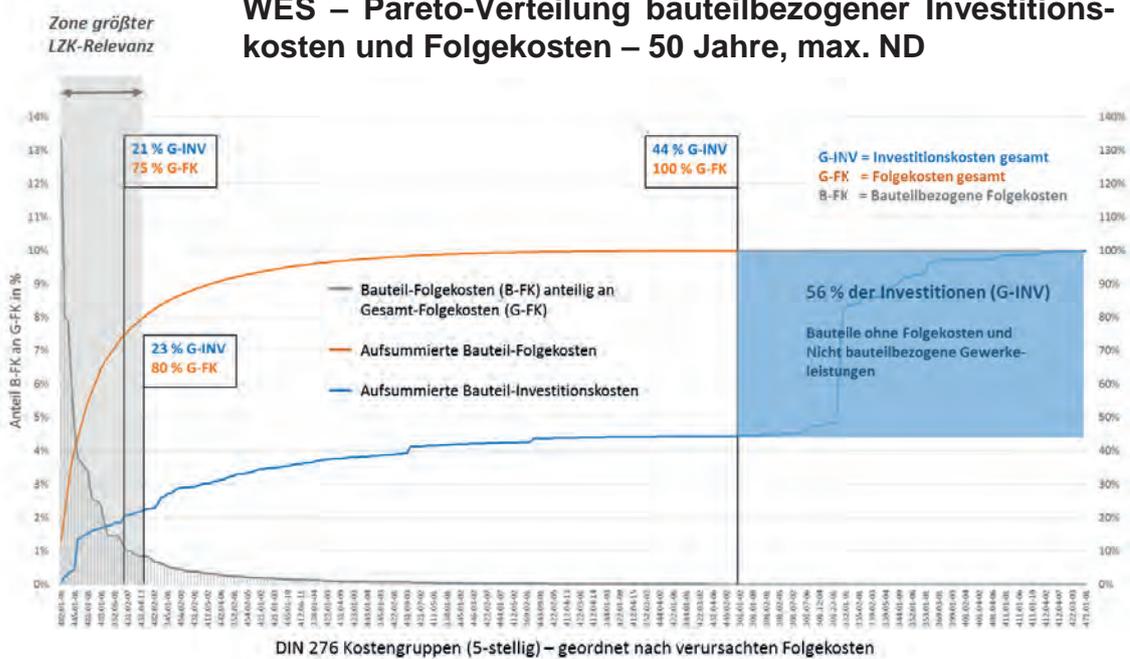


A2-2- 5 Blatt 5 - UBA Zeitschnitt 50 Jahre - Bauteilbezogene Folgekostenanteile (B-FK) in % der Gesamfolgekosten des Bauwerks (G-FK)

WES – Pareto-Verteilung bauteilbezogener Investitionskosten und Folgekosten – 50 Jahre, min. ND



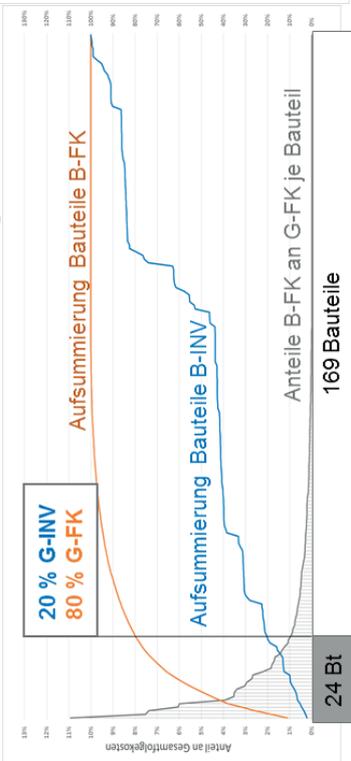
WES – Pareto-Verteilung bauteilbezogener Investitionskosten und Folgekosten – 50 Jahre, max. ND



A2-2- 6 Blatt 5 - WES Zeitschnitt 50 Jahre - Bauteilbezogene Folgekostenanteile (B-FK) in % der Gesamtfolgekosten des Bauwerks (G-FK)

A2-3 Analyse Kostentreiber – bauteilgenerierte Folgekosten

UBA – 10 Jahre – mittlere Nutzungsdauer



Bauteile	7	7,6 % INV 22,2 % B-FK	17	12,7 % INV 57,7 % B-FK	KG 400
334 Außentüren / -fenster			423 Raumheizflächen		
344 Innentüren / -fenster			432 Teilklimaanlagen		
345 Innenwandbekleidung			443 Niederspannungsschaltanlagen		
346 Elementierte Innenwände			445 Beleuchtungsanlagen		
352 Deckenbeläge			461 Aufzugsanlagen		
			481 Automationsysteme		
			482 Schaltstränke		
			484 Raumautomations-systeme		
KOSTENTREIBER					
Rang 1: Betreiben	52 %		Rang 1: Betreiben	54 %	
Rang 2: Reinigung	48 %		Rang 2: Erneuerung	24 %	
Rang 3: Hilfsenergie	0 %		Rang 3: Hilfsenergie	21 %	
Rang 4: Erneuerung	0 %		Rang 4: Reinigung	1 %	

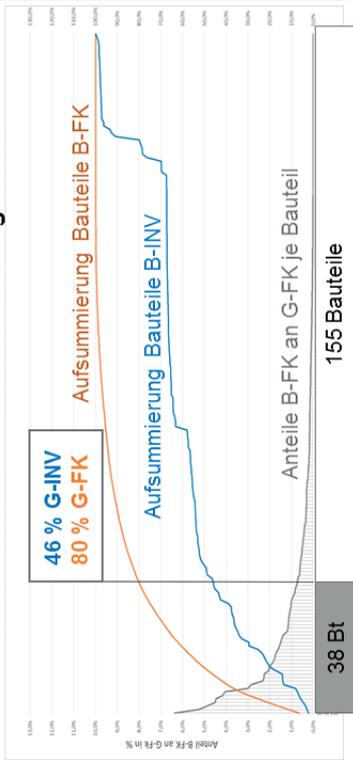
WES – 10 Jahre – mittlere Nutzungsdauer



Bauteile	4	12,1 % INV 21,2 % B-FK	12	5,6 % INV 57,6 % B-FK	KG 400
337 Elementierte Außenwände			431 Lüftungsanlagen		
338 Sonnenschutz			445 Beleuchtungsanlagen		
352 Deckenbeläge			456 Gefahrenmelde- und Alarmanlagen		
			457 Übertragungsnetze		
			481 Automationsysteme		
			482 Schaltstränke		
			483 Management- und Bedieneinrichtungen		
			484 Raumautomations-systeme		
KOSTENTREIBER					
Rang 1: Reinigung	68 %		Rang 1: Betreiben	49 %	
Rang 2: Betreiben	32 %		Rang 2: Hilfsenergie	25 %	
Rang 3: Hilfsenergie	1 %		Rang 3: Erneuerung	24 %	
Rang 4: Erneuerung	0 %		Rang 4: Reinigung	1 %	

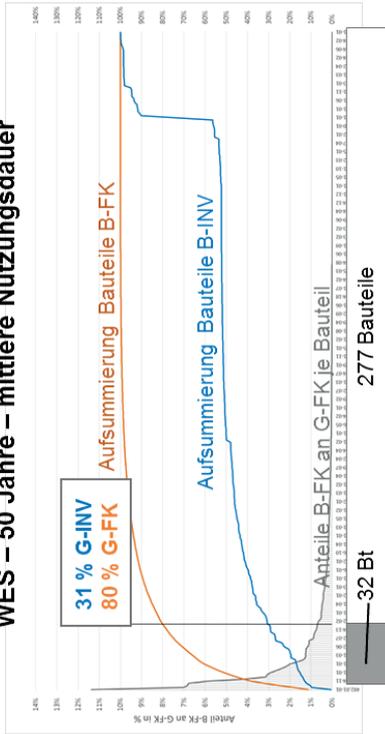
Bt = Bauteil
 INV = Investition
 B-FK = Bauteilfolgekosten
 B-INV = Bauteil-Invstitution
 G-INV = Investitionskosten gesamt
 G-FK = Folgekosten gesamt (ohne thermische Gebäudeenergie)

UBA – 50 Jahre – mittlere Nutzungsdauer



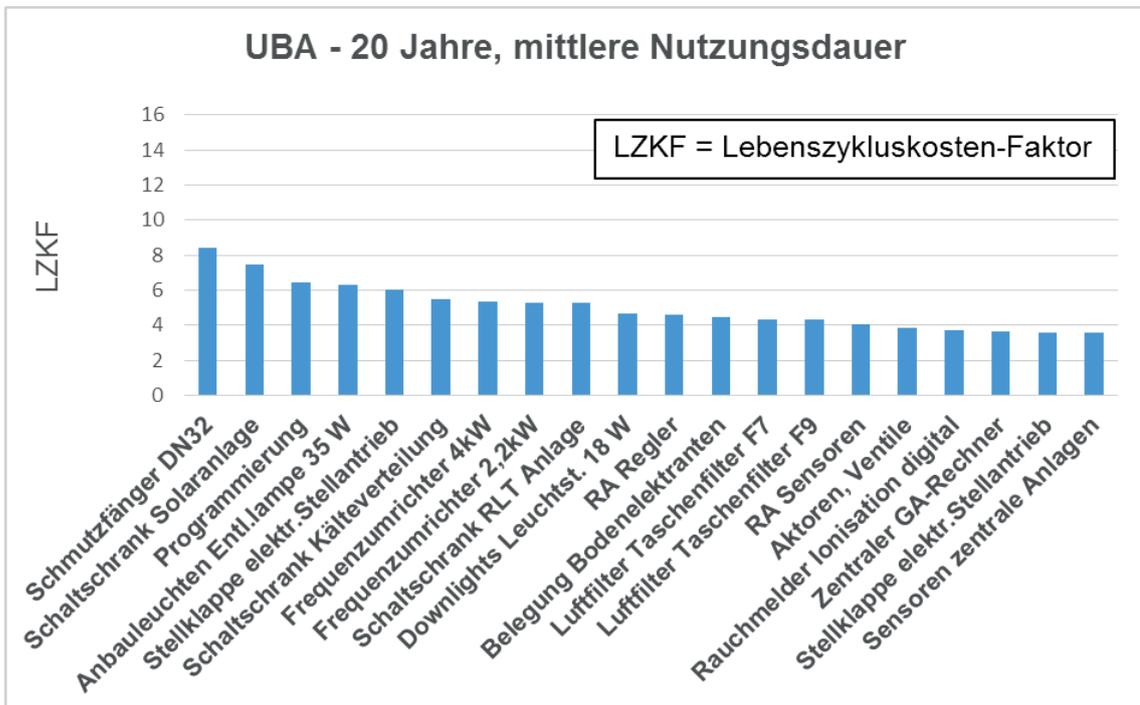
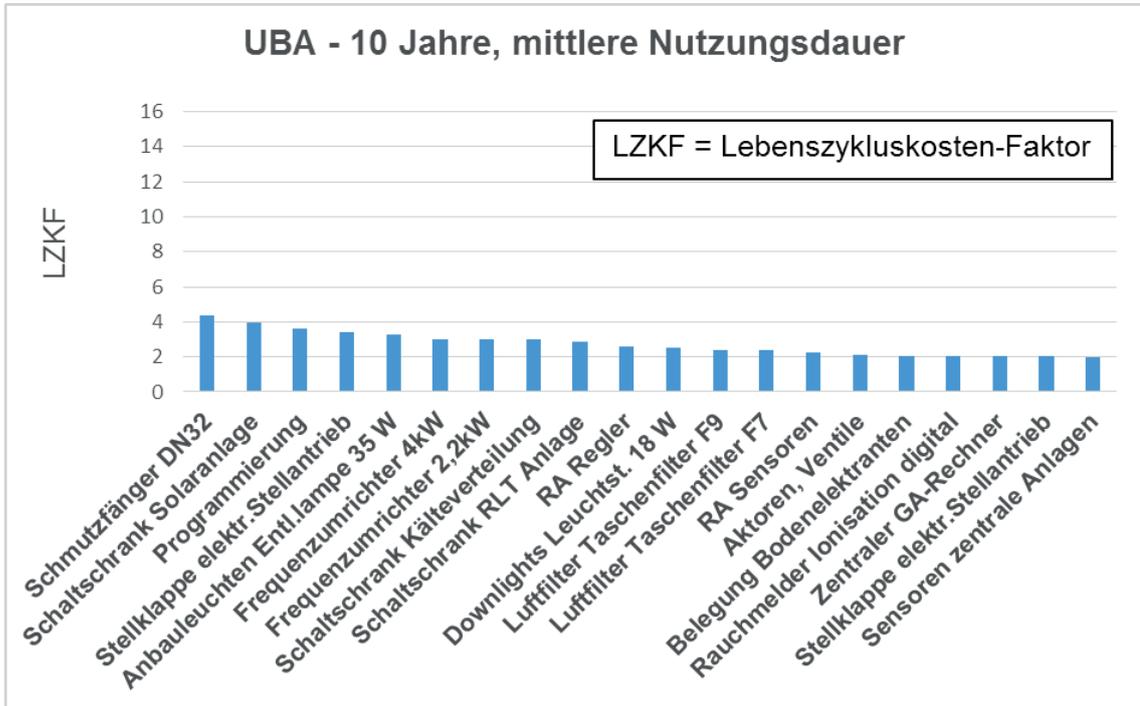
11 Bauteile	16,5% INV 19% B-FK	27 Bauteile	29,4% INV 61,2% B-FK
KG 300			
334 Außentüren / -fenster 338 Sonnenschutz 342 Nichttragende Innenwände 344 Innentüren / -fenster 345 Innenwandbekleidung 346 Elementierte Innenwände 352 Deckenbeläge 361 Dachkonstruktionen 363 Dachbelege		421 Wärmeeerzeugungsanlagen 422 Wärmeverteilnetze 423 Raumheizflächen 432 Teilklimaanlagen 442 Eigenstromversorgungsanlagen 443 Niederspannungsschaltanlagen 444 Niederspannungsinstallationsanlagen 445 Beleuchtungsanlagen 456 Gefahrenmelde- und Alarmanlagen 461 Aufzugsanlagen 481 Automationsysteme 482 Schaltschränke 484 Raumautomationssysteme	
KOSTENTREIBER Rang 1: Betreiben 40 % Rang 2: Reinigung 30 % Rang 3: Erneuerung 29 % Rang 4: Hilfsenergie 0 %		KOSTENTREIBER Rang 1: Erneuerung 45 % Rang 2: Betreiben 31 % Rang 3: Hilfsenergie 24 % Rang 4: Reinigung 1 %	

WES – 50 Jahre – mittlere Nutzungsdauer

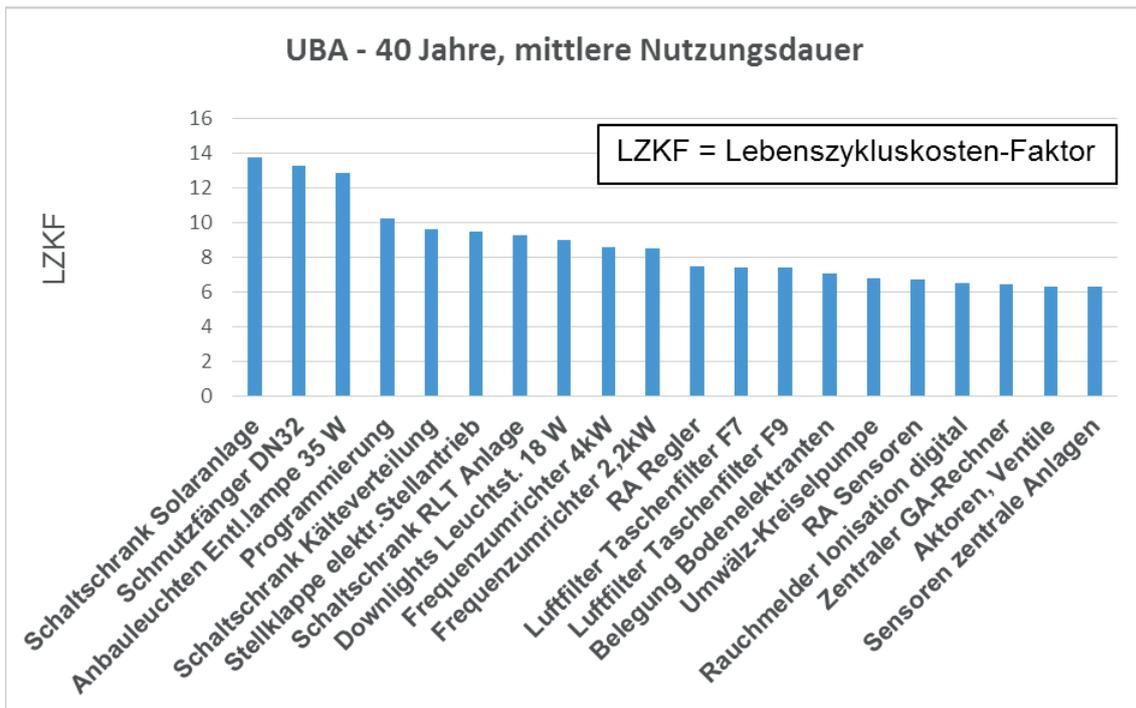
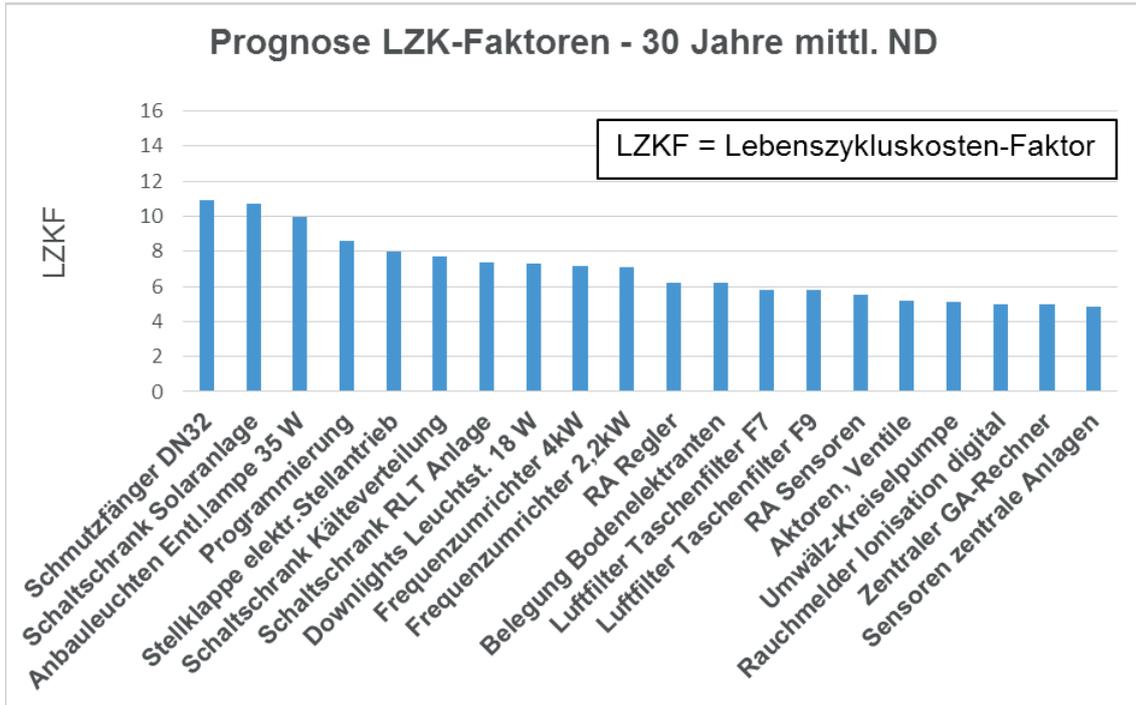


9 Bauteile	20,0% INV 23,1% B-FK	23 Bauteile	10,7% INV 57,1% B-FK
KG 300			
337 Elementierte Außenwände 338 Sonnenschutz 345 Innenwandbekleidungen 352 Deckenbeläge		431 Lüftungsanlagen 445 Beleuchtungsanlagen 456 Gefahrenmelde- und Alarmanlagen 457 Übertragungsnetze 481 Automationsysteme 482 Schaltschränke 483 Management- und Bedieneinrichtungen 484 Raumautomationssysteme	KG 400
KOSTENTREIBER Rang 1: Reinigung 62 % Rang 2: Betreiben 25 % Rang 3: Erneuerung 12 % Rang 4: Hilfsenergie 1 %		KOSTENTREIBER Rang 1: Erneuerung 59 % Rang 2: Betreiben 22 % Rang 3: Hilfsenergie 19 % Rang 4: Reinigung 0,3 %	

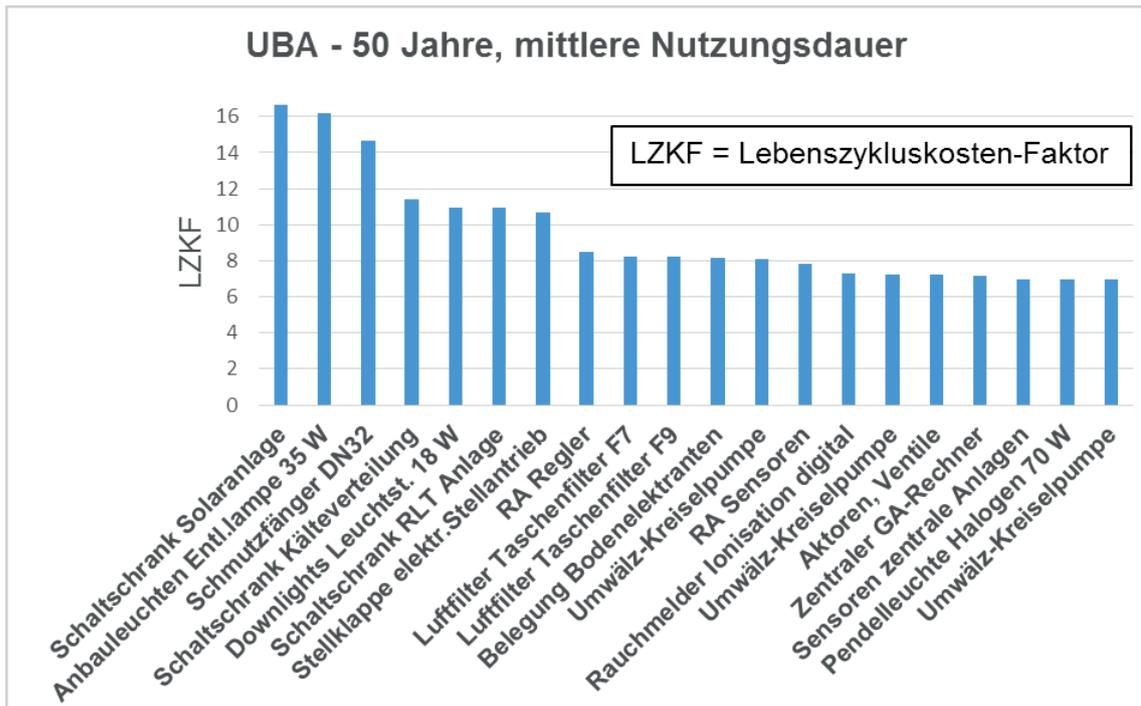
A2-4 Lebenszykluskosten-Faktoren für Strategische Bauteile



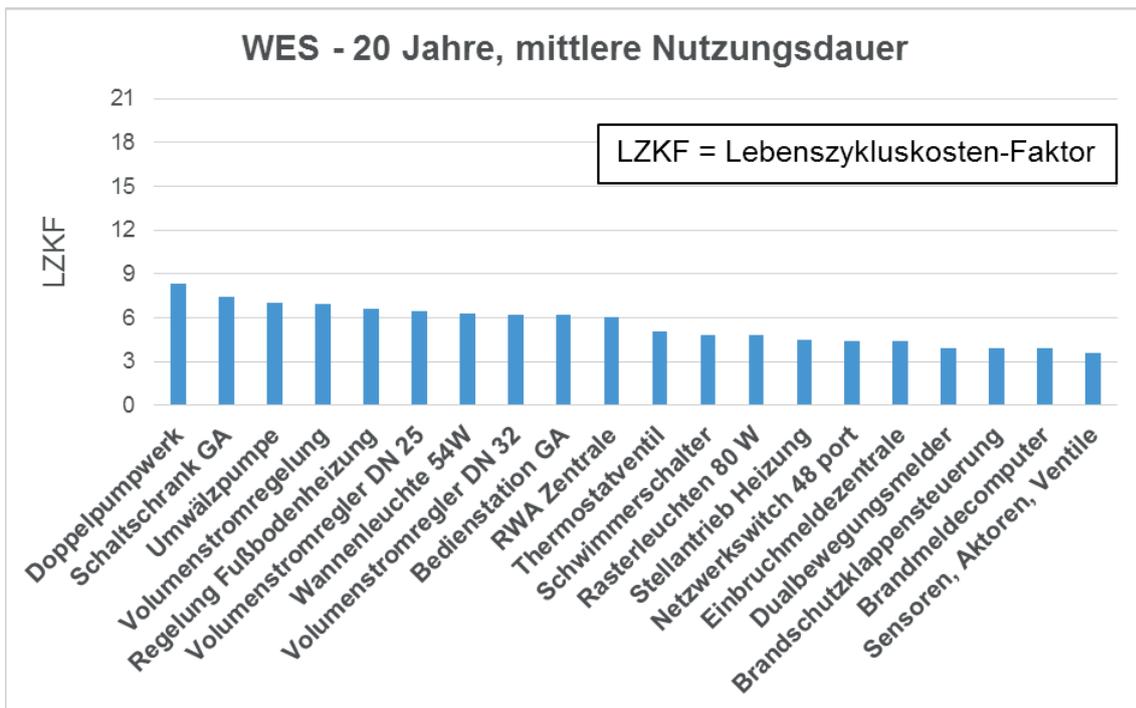
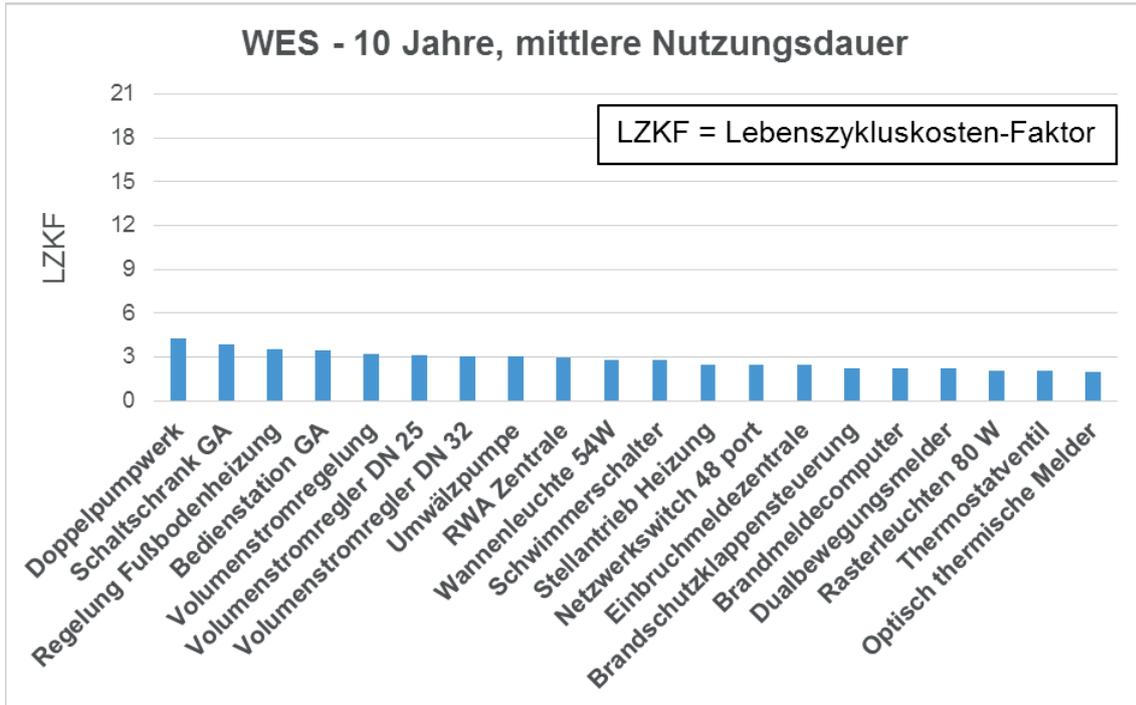
A2-4- 1 UBA – Strategische Bauteile, die ca. 20 % der Investition umfassen, sortiert nach Lebenszykluskosten-Faktoren in 10 Jahren/ 20 Jahren



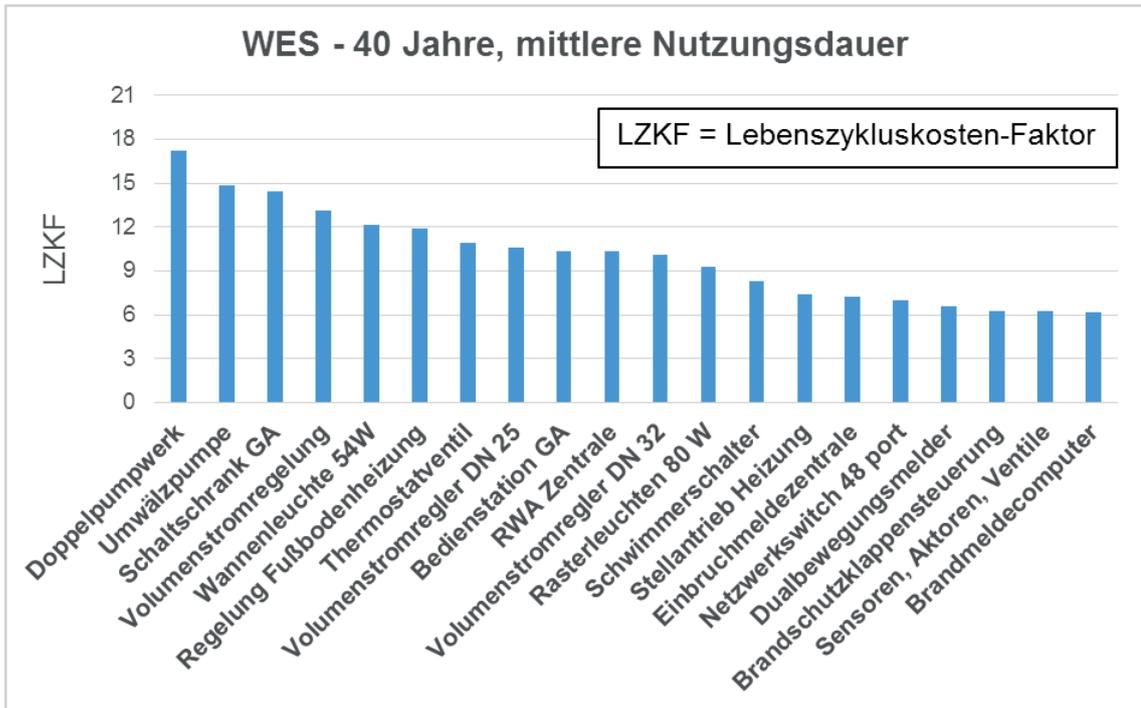
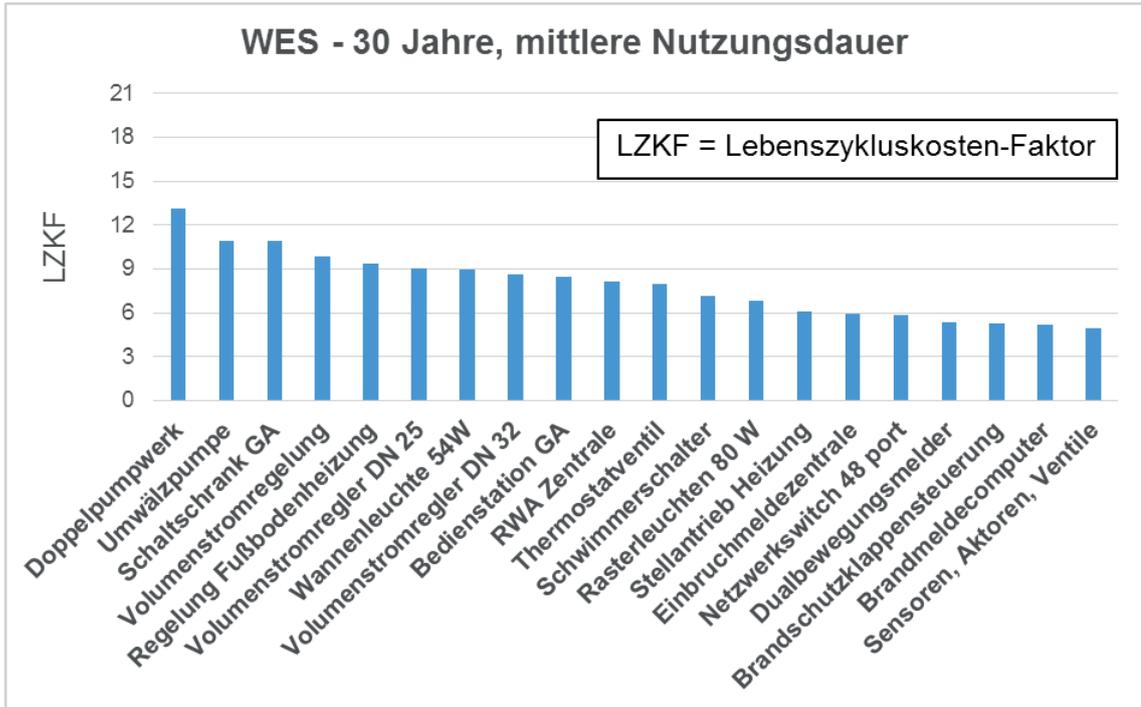
A2-4- 2 UBA - Strategische Bauteile, die ca. 20 % der Investition umfassen, sortiert nach Lebenszykluskosten-Faktoren in 30 Jahren/ 40 Jahren



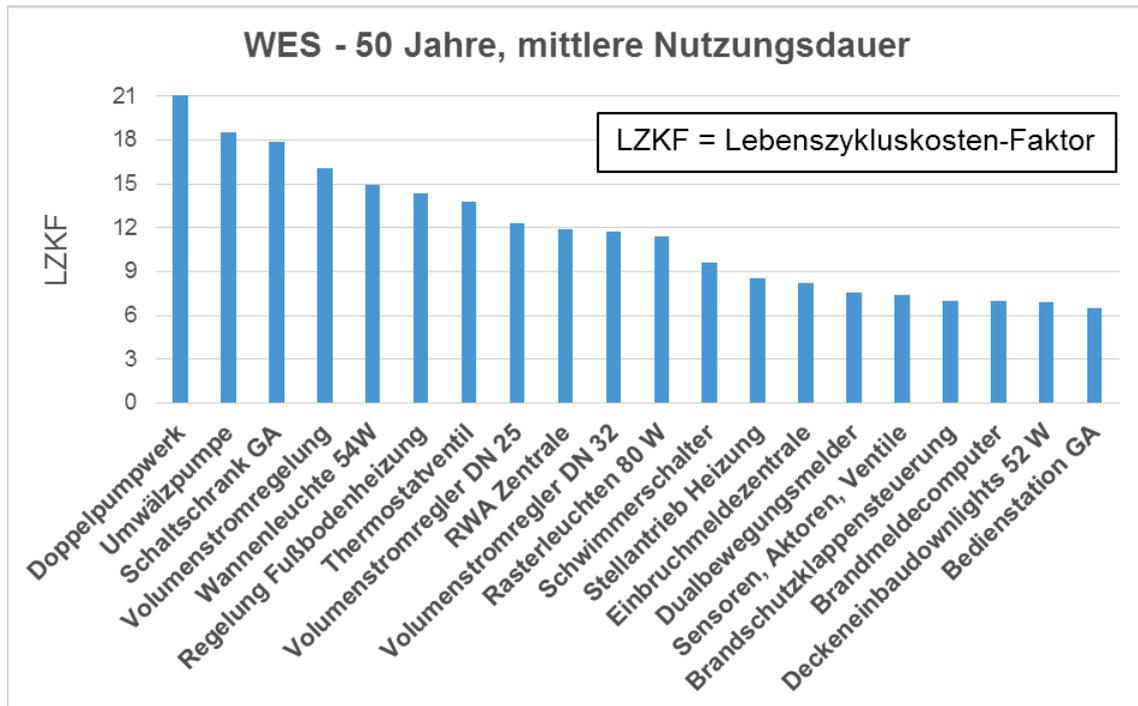
A2-4- 3 UBA - Strategische Bauteile, die ca. 20 % der Investition umfassen, sortiert nach Lebenszykluskosten-Faktoren in 50 Jahren



A2-4- 4 WES - Strategische Bauteile, die ca. 20 % der Investition umfassen, sortiert nach Lebenszykluskosten-Faktoren in 10 Jahren/ 20 Jahren



A2-4- 5 WES - Strategische Bauteile, die ca. 20 % der Investition umfassen, sortiert nach Lebenszykluskosten-Faktoren in 30 Jahren / 40 Jahren



A2-4- 6 WES - Strategische Bauteile, die ca. 20 % der Investition umfassen, sortiert nach Lebenszykluskosten-Faktoren in 50 Jahren

A3 Bauteile der Raumautomation – Variantenanalysen der Folgekosten

Detaillierte Betrachtung der Kostentreiber im Bauteil Raumautomation Regler Zeitschnitt 20 Jahre bei maximale Nutzungsdauer

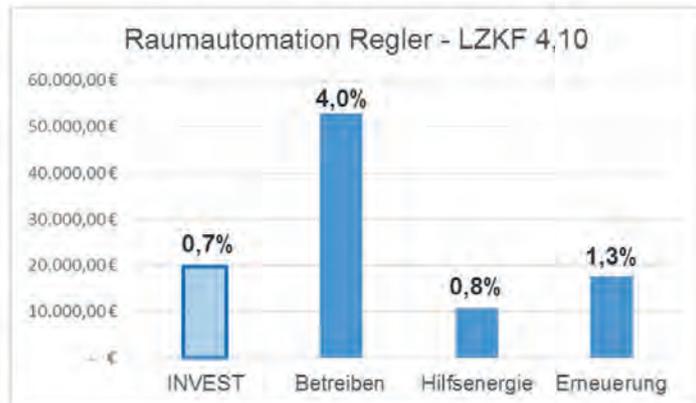
Anteil B-FK an G-FK: **6,2 %**
Keine Abminderung

B-FK = Bauteil-Folgekosten
G-FK = Gesamt-Folgekosten
B-INV = Bauteil-Investition
G-INV = Gesamt-Investition

LZKF = Lebenszykluskosten-Faktor
(Verhältnis FK / INV)

■ = Anteil B-INV an G-INV

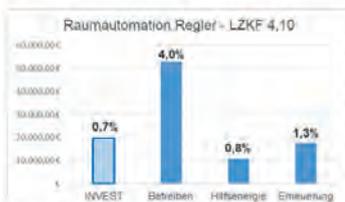
■ = Anteil B-FK an G-FK



* G-FK Gesamt-Folgekosten nur bauteilgeneriert, ohne gebäudebezogenen Thermischen Energieverbrauch

Detaillierte Betrachtung der Kostentreiber im Bauteil Raumautomation Regler Zeitschnitt 20 Jahre bei maximale Nutzungsdauer

Keine Abminderung



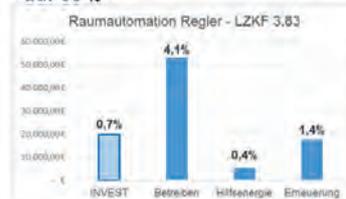
Invest: 19.843,22 €

Anteil B-FK an G-FK: **6,2 %**

■ = Anteil B-INV an G-INV

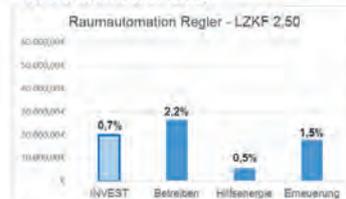
■ = Anteil B-FK an G-FK

Abminderung der Hilfsenergie auf 50 %



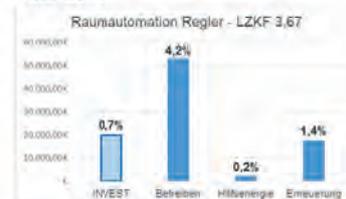
Anteil B-FK an G-FK: **5,9 %**

Abminderung der Hilfsenergie auf 50 % plus Abminderung des Betriebens auf 50 %



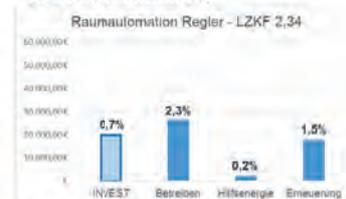
Anteil B-FK an G-FK: **4,2 %**

Abminderung der Hilfsenergie auf 20 %



Anteil B-FK an G-FK: **5,8 %**

Abminderung der Hilfsenergie auf 20 % plus Abminderung des Betriebens auf 50 %



Anteil B-FK an G-FK: **4,0 %**

A3- 1 Variantenanalyse - Raumautomation Regler

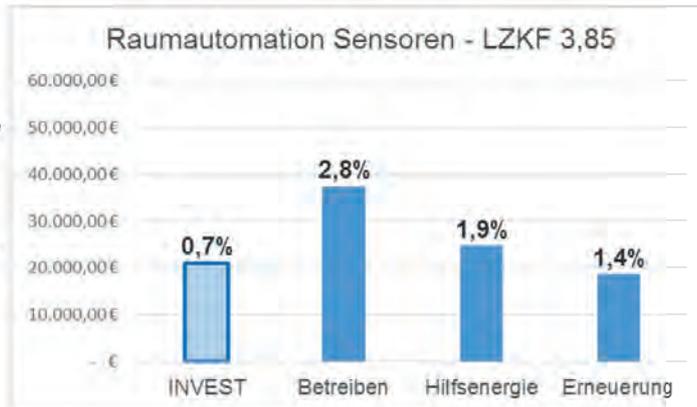
Kostentreiber im Bauteil Raumautomation Sensoren Zeitschnitt 20 Jahre bei maximale Nutzungsdauer

Anteil B-FK an G-FK: **xx %**
Keine Abminderung

B-FK = Bauteil-Folgekosten
G-FK = Gesamt-Folgekosten*
B-INV = Bauteil-Investition
G-INV = Gesamt-Investition

LZKF = Lebenszykluskosten-
Faktor
(Verhältnis FK / INV)

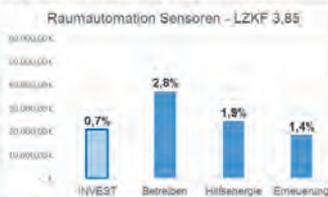
= Anteil B-INV an G-INV
 = Anteil B-FK an G-FK



* G-FK Gesamt-Folgekosten nur bauteilgeneriert, ohne gebäudebezogenen Thermischen Energieverbrauch

Kostentreiber im Bauteil Raumautomation Sensoren Zeitschnitt 20 Jahre bei maximale Nutzungsdauer

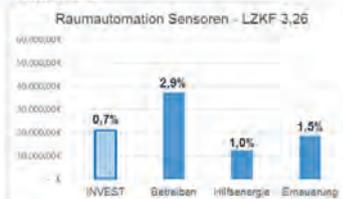
Keine Abminderung



Invest: 19.843,22 €
Anteil B-FK an G-FK: **6,2 %**

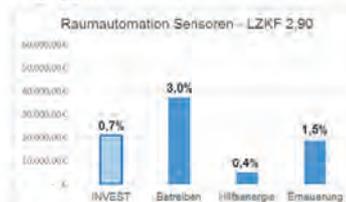
= Anteil B-INV an G-INV
 = Anteil B-FK an G-FK

Abminderung der Hilfsenergie
auf 50 %



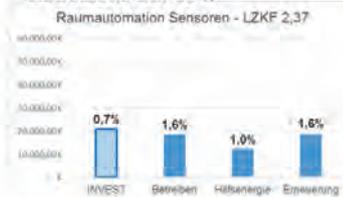
Anteil B-FK an G-FK: **5,9 %**

Abminderung der Hilfsenergie
auf 20 %



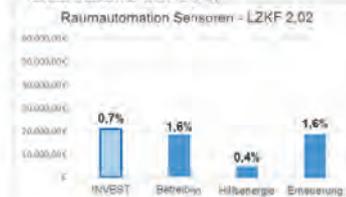
Anteil B-FK an G-FK: **5,8 %**

Abminderung der Hilfsenergie auf
50 % plus Abminderung des
Betreibens auf 50 %



Anteil B-FK an G-FK: **4,2 %**

Abminderung der Hilfsenergie auf
20 % plus Abminderung des
Betreibens auf 50 %



Anteil B-FK an G-FK: **4,0 %**

A4 Strategische Bauteile – Methodik und Optimierungsbeispiele

A4-1 Materialauswahl für Bodenbeläge / Beleuchtung Besprechungsraum

Kostenarten im LZK-Modell	PVC vergütet	Linoleum nicht vergütet	Kautschuk nicht vergütet	Polyurethan gegossen	Hartholzparkett geölt	Hartholzparkett versiegelt
Summe Investition	2.964 €	2.845 €	3.440 €	3.950 €	5.236 €	4.998 €
Jährliche Reinigungskosten						
Stunden/Jahr	42,08	63,92	63,92	30,08	34,29	30,54
Kosten/Stunde	16,22 €	16,22 €	16,22 €	16,22 €	16,22 €	16,22 €
Lohnkosten/Jahr	682,59 €	1.036,73 €	1.036,73 €	487,95 €	556,21 €	495,39 €
Ressourcen/Jahr	30,45 €	60,53 €	60,53 €	30,45 €	174,41 €	34,58 €
Kennwert [€/m ² a]]	7,13 €	10,97 €	10,97 €	5,18 €	7,31 €	5,30 €
Summe (50 Jahre) Reinigungskosten	35.651,97 €	54.862,80 €	54.862,80 €	25.919,97 €	36.531,24 €	26.498,42 €
Nutzungsdauer (ND)	20 J	20 J	20 J	50 J	50 J	50 J
ND Deckschicht				10 J	25 J	10 J
Summe Erneuerung	7.458 €	7.220 €	8.410 €	4.000 €	2.300 €	9.200 €
Summe LZK statisch 50 Jahre für 100 m ²	46.074 €	64.928 €	66.713 €	33.870 €	44.067 €	40.696 €
Barwert* (50 Jahre) für 100 m ²	23.760 €	33.336 €	34.353 €	18.873 €	24.751 €	22.461 €
Barwert* (50 Jahre) für 1.476 m ²	350.691 €	492.043 €	507.056 €	278.563 €	365.319 €	331.519 €
Ranking	126%	177%	182%	100%	131%	119%

A4-1- 1 Materialauswahl für Bodenbeläge

**Projekt UBA 2019 - Bauteil-Produkte-Szenario
Beleuchtung / Besprechungsraum – LZK 20 Jahre**



	Invest- kosten [€]	Mehr- kosten [€]	Amorti- sation [a]	Energie- verbr. [€]	CO ₂ -[kg]	Wartungs- kosten [€]	LZK [€]	LZK-Faktor
Basis	2.709,-	--	--	2.119,-	2.822	3.007,-	7.835,-	2,9
	2x Leuchte XX 49W, 8 x Leuchte XX mit je 9W (ges. 22W) + Lichtsteuerung			10,18 kWh/m ² /a		Reinigung + Lampen- tausch	Rang 2	
Variante 1	3.194,-	485,-	0,4	1.889,-	2.515	1.062,-	6.144,-	1,9
	2x Leuchte XX 49W, 8 x Leuchte XX 18W LED mit Lichtsteuerung			9,08 kWh/m ² /a		Reinigung + Lampen- tausch	Rang 1	

Berechnungsgrundlage: 0,20 € / kWh / 5% Energiepreiserhöhung / Statische Berechnung

A4-2 Ausschreibung von RLT-Anlagen

Projekt:	UBA Haus 2019
Nutzer:	Umweltbundesamt Berlin
Bauherr:	BBR
Methode:	IPS – Prof. H. Balck / G. Kuder

Im Zuge der Angebotsauswertung werden die vom Bieter eingetragenen Werte (gelbe Markierung) im Rahmen einer Effizienzanalyse bewertet:

- SCHRITT 1: Berechnung des Energieverbrauchs in einem Rechenmodell (durch IPS)
- SCHRITT 2: Ermittlung der bauteilbezogen ausgewiesenen Wartungskosten
- SCHRITT 3: Ermittlung der bauteilbezogen ausgewiesenen Kosten für Ersatzteile
- SCHRITT 4: Ermittlung der Lebenszykluskosten für das gesamte RLT-Gerät

Ventilator, Freilaufendes Rad

Volumenstrom

100 %	70 %	50 %
-------	------	------

Luftmenge		5070	m³/h						
Pressung extern		512	Pa						
Pressung intern			Pa						
Pressung dynamisch			Pa						
Pressung gesamt			Pa						
Ventilator-Teil									
Ventilator-Leistung			kW						
Ventilator-Drehzahl			1/min						
Wirkungsgrad			%						
Freq. Betriebspunkt			Hz						
Motor-Typ		IEC Normmotor							
Motor-Baugröße		BG 100L / B3,D,4.70,400 V/50 Hz							
Motor-Leistung			kW						
Motor-Drehzahl		1425	1/min						
Motor-Spannung		3*400	V						
Motor-Strom			A						
max. Ventilator-Drehzahl			1/min						
max. Frequenz			Hz						
aufg. elektrische Wirkleistung (incl. FU)			KW						
SFPv (Specific Fan Power)			kWs/m³						
Oktavmittenfrequenz[Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Summe
Lw(A) saugseitig									
Lw(A) druckseitig									
Wartungskosten Ventilator p.a									€

gelb = vom Bieter auszufüllen
weiß = Vorgaben / Auswertungen

Block 1 - Vorgaben an Bieter und Bewertung der Lebenszykluskosten bei der RLT-Ausschreibung

Als Grundlage der Berechnung werden folgende Parameter vorgegeben:

- Berechnungszeitraum 30 Jahre
- Energiepreis Elektro 0,2 € / kWh
- Energiepreis Heizung 0,06 € / kWh
- Energiepreis Kälte 0,12 € / kWh
- Energiepreissteigerung 5 % / a
- Externer Anlagendruck konstant
- Volumenstrom 100 % an 1000 h / a
- Volumenstrom 70 % an 1000 h / a
- Volumenstrom 50 % an 500 h / a
- Nutzungszeit 250 Tage pro Jahr 10 Stunden pro Tag
- Die Volumenströme sind gleichmäßig über das Jahr verteilt
- Zulufttemperatur konstant 18 °C ganzjährig

Block 2 – Angaben des Bieters zu Energiekosten

Vom Bieter werden die gelb markierten Daten des angebotenen Lüftungsgerätes abgefragt. Die Lebenszykluskosten werden für das Lüftungsgerät und ausgewählte Komponenten mit Vorgaben und beispielhaften Berechnungen (in gelben Feldern) nach den folgenden Rechenschemata berechnet (die gelben Felder enthalten Beispiel-Berechnungen):

Berechnung für den Energiebedarf der Förderkosten der Ventilatoren

Der Bieter errechnet die Antriebsleistung für die vorgegeben 3 Betriebspunkte 100 %, 70 % und 50 % (im Beispiel gelb hinterlegt). Die Leistungsbedarfe werden über die Betriebszeiten pro Jahr berechnet und auf die Nutzungszeit von 30 Jahren hochgerechnet. Dabei wird für die Energiekosten eine Preissteigerung von 5 % angesetzt.

Anhang

Antriebsenergie der Ventilatoren										Energiepreissteigerung pro Jahr	5%
										Energiepreis (€/kWh)	0,20 €
										Durchschnitt in 30 Jahren (€/kWh)	0,51 €
Anlage	Volumenstrom %	m3/h	Externer Druck Pa	Interner Druck Pa	Gesamtdruck Pa	Leistungsaufnahme Ventilator kW	Betriebszeit h/a	Energiebedarf pro Jahr kWh	Energiebedarf in 30 Jahren kWh	Kosten in 30 Jahren €	
Zuluft	100%	4900	450	400	850	1,97	1000	1965	58950	30.159,62 €	
	70%	3430	450	200	650	1,11	1000	1115	33443	17.109,64 €	
	50%	2450	450	100	550	0,67	500	337	10106	5.170,49 €	
Summe										52.439,75 €	
Abluft	100%	4900	450	300	750	1,84	1000	1838	55125	28.202,70 €	
	70%	3430	450	150	600	1,03	1000	1029	30870	15.793,51 €	
	50%	2450	450	80	530	0,65	500	325	9739	4.982,48 €	
Summe										48.978,68 €	

Berechnung des Heiz- und Kälteenergiebedarfes nach der Wärmerückgewinnung

Der Bieter errechnet die Rückwärme- und Rückkältezahlen für die vorgegeben 3 Betriebspunkte 100 %, 70 % und 50 % (im Beispiel gelb hinterlegt). Die Restleistung für Heizung und Kühlung werden über die Lüftungs- und Kühlgradstunden und die Betriebszeiten pro Jahr berechnet und auf die Nutzungszeit von 30 Jahren hochgerechnet. Dabei wird für die Energiekosten eine Preissteigerung von 5 % angesetzt.

Beispiel:

Wärmerückgewinnung Heizungsenergie										Energiepreissteigerung pro Jahr	5%
										Energiepreis (€/kWh)	0,06 €
										Durchschnitt in 30 Jahren (€/kWh)	0,15 €
Anlage	Volumenstrom %	m3/h	Rückwärmezahl %	Lüftungsgradstunden 8.00-18.00 Uhr Kd/a	Heizenergie kWh	Nutzungstage /Jahr d/a	Energiebedarf pro Jahr kWh	Energiebedarf in 30 Jahren kWh	Kosten in 30 Jahren €		
Zuluft	100%	4900	80	28460	5894	100	1560	46797	7.182,59 €		
	70%	3430	85	28460	4539	100	1244	37309	5.728,29 €		
	50%	2450	90	28460	2162	50	296	8883	1.363,40 €		
Summe									14.272,29 €		

Wärmerückgewinnung Kälteenergie										Energiepreissteigerung pro Jahr	5%
										Energiepreis (€/kWh)	0,12 €
										Durchschnitt in 30 Jahren (€/kWh)	0,31 €
Anlage	Volumenstrom %	m3/h	Rückwärmezahl %	Lüftungsgradstunden 8.00-18.00 Uhr Kd/a	Kühlenergie kWh	Nutzungstage /Jahr d/a	Energiebedarf pro Jahr kWh	Energiebedarf in 30 Jahren kWh	Kosten in 30 Jahren €		
Zuluft	100%	4900	80	3406	683	100	187	5612	1.722,81 €		
	70%	3430	85	3406	543	100	149	4465	1.370,61 €		
	50%	2450	90	3406	259	50	35	1063	326,34 €		
Summe									3.419,75 €		

Berechnung des Elektroenergiebedarfes für Stellmotoren

Der Bieter gibt für die eingesetzten Stellmotoren den Leistungsbedarf für Betrieb und Standby an (im Beispiel gelb hinterlegt). Die Werte werden mit den vorgegebenen Betriebszeiten pro Jahr berechnet und auf die Nutzungszeit von 30 Jahren hochgerechnet. Dabei wird für die Energiekosten eine Preissteigerung von 5 % angesetzt.

Beispiel:

Anlage		Tage/Jahr d	Stunden/Ta		Leistungsaufnahme Ventilator kW	Energiepreissteigerung pro Jahr		
			g	h		pro Jahr	Energiebedarf in 30 Jahren	Kosten in 30 Jahren
						kWh	kWh	€
Motor	Betrieb	250		0,1	0,20	5	150	76,74 €
	Standby	250		10	0,002	5	149	75,97 €
Summe								152,72 €
Stückzahl		5						763,58 €

Anlage		Tage/Jahr d	Stunden/Ta		Leistungsaufnahme kW	Energiepreissteigerung pro Jahr		
			g	h		pro Jahr	Energiebedarf in 30 Jahren	Kosten in 30 Jahren
						kWh	kWh	€
Motor	Betrieb	250		1	0,07	18	525	268,60 €
	Standby	250		10	0,002	5	135	69,07 €
Summe								337,66 €
Stückzahl		20						6.763,30 €

Anlage		Tage/Jahr d	Stunden/Ta		Leistungsaufnahme kW	Energiepreissteigerung pro Jahr		
			g	h		pro Jahr	Energiebedarf in 30 Jahren	Kosten in 30 Jahren
						kWh	kWh	€
Motor	Betrieb	250		0,05	0,006	0,1	2	1,15 €
	Standby	250		10	0,003	8	225	115,11 €
Summe								344,88 €
Stückzahl		15						5.173,20 €

Abfrage des Preises für Wartungsleistungen

Für die gesamte RLT-Anlage – d. h. für alle Bestandteile der RLT-Anlagen nicht nur für die zuvor aufgeführten Komponenten, ist ein Preis als Pauschale für 4 Jahre anzubieten

Angebotsbewertung

Lebenszykluskosten werden nach folgendem Bewertungsschema berechnet:

- 1- **Preis** als Summe aller Bauleistungen + Wartungspauschale für 4 Jahre mit 70 % Wichtung
- 2- **Kostenprognose** für Energieverbrauch mit 30 % Wichtung für 30 Jahre

Forschungsprojekt "LZ-orientierte Ausschreibung und Vergabe" © Prof.H.Balck -Stand 15.07.2013

UBA Haus 2019 - Raumlufthtechnische Anlage - Rechenschema Bietervergleich (Musterbeispiel)

Preise der Bauteilgruppen aus LZK - Vorstufe				Gleiche Leistungsaufnahme der Einzelbauteile je Bauteilgruppe		
Bauteilgruppen	Anzahl	Einheitspreis	Preise	Lastfälle	Energiekosten 30 Jahre	Bemerkungen
Ventilatoren*				Lastfälle: 100% / 70% / 50%		* im Zentralgerät
Zuluftventilator	1			Summe Lastfälle	45.510,61 €	Berechnung nach
Abluftventilator	1			Summe Lastfälle	36.873,56 €	Leistungsaufnahme
Summe Ventilatoren	2		21.561,98 €		82.384,17 €	
Plattenwärmeübertrager				Lastfälle: 100% / 70% / 50%		
				Summe Lastfälle Heizung	20.003,25 €	Berechnung nach
				Summe Lastfälle Kühlung	4.865,38 €	Rückwärmezahl
Summe Plattenw.	1	4.603,64 €	4.603,64 €		24.868,63 €	
Stellmotoren				Lastfälle: Betrieb / Standby		Elektrische Antriebe
	1			Summe Lastfälle je Stellm.	49,94 €	von Stellklappen
Summe Stellmotoren	3		1.488,27 €		149,81 €	
Volumenstromregler				Lastfälle: Betrieb / Standby		
	1			Summe Leist.aufn. je Vol.re.	34,42 €	
Summe Volumenstr.re.	106		21.654,97 €		3.648,73 €	
Brandschutzklappen				Lastfälle: Betrieb / Standby		Elektrische Antriebe
	1			Summe Leist.aufn. je Br.kl.	23,28 €	von Federrücklauf
Summe Brandsch.klappen	27		5.979,33 €		628,56 €	
Summe			50.684,55 €		86.811,27 €	

Gesamtsumme Preise und Energiekosten**137.495,82 €****Bewertung**

Summe Preise	50.684,55 €	gewichtet 70%	35.479,19 €
Summe Energiekosten	86.811,27 €	gewichtet 30 %	26.043,38 €
Gewichtete Summe			61.522,57 €

* Grundlage der Berechnung sind Betriebsstunden nach Tabelle 4 der DIN 18599 (Richtwerte der Nutzungsrandbedingungen)

A5 „UBA 2019“ – Optimierungsansätze für ökologisch-gesundheitliche Strategische Bauteile

Ökologisch-gesundheitlich Strategisches Bauteil „Holzfassade“ - Projekt „UBA 2019“							
Bauteiloptimierung im BNB-Zielsystem – Auditor Nicolas Kerz							
Bauteilschichten und Produkte Schichtenaufbau		Globale und lokale Umwelt BNB 1.1.1 - 1.1.6		Innenraum- hygiene BNB 3.1.3	End of Life Phase BNB 4.1.4		
		Globale Umwelt	Lokale Umwelt	z. B. Raumluft	Rückbaubarkeit	Sorten- reinheit	Verwertbarkeit
1	Thermoholz / Lattung (außen)	Höherer Primärenergieaufwand bei Verlängerung der Lebensdauer	Verzicht auf Holzschutz bei hoher Lebensdauer	Keine Relevanz im Außenbereich	Außenseitige Verschraubung für leichte Austauschbarkeit	Sortenreine Trennung möglich	Thermische Verwertbarkeit ggf. Holzrecycling möglich
2	Holzfaserplatte	Kein Beitrag	Kein Beitrag	Nicht relevant	Möglich	Sortenreine Trennung möglich	Ggf. Holzrecycling möglich
3	Zellulosedämmung	Zellulosedämmung ist ein Recyclingprodukt (Altpapier) – deswegen extrem niedrige globale Umweltwirkungen	Indikator / Verrottungsschutz: (Boratsalze mit SVHC-Gehalten < 0,1%)	Kein signifikanter Beitrag (außenliegend)	leichte Rückbaubarkeit (wird rausgesaugt)	Sortenreine Trennung möglich	Downcycling
4	OSB-Platte	Nachwachsende Rohstoffe entlasten die globalen Belastungen	Kein Beitrag, da kein Holzschutz im Einsatz	OSB Fichte, Kleber & natürliche Emissionen in Kombination ergeben Abbauprodukte (VOC, Terpene, Aldehyde) OSB-Fichte geringere Werte als OSB-Kiefer	Verschraubung leicht lösbar	sortenreiner Rückbau in Abhängigkeit der Oberflächenverschmutzung möglich	Recycling zu Holzfasern möglich. Alternativ: energetische Nutzung
5	Lehmplatte	Geringe Umweltwirkungen, da energiearme Herstellungsverfahren	Ggf. Radon (noch nicht in BNB bewertet)	Keine bekannten Emissionsprobleme, ggf. Pufferwirkung für Luftfeuchte	Zerstörungsfreier Abbruch der Platten wahrscheinlich nicht möglich	Sortenreine Trennung bedingt möglich (Heizungstechnik in den Platte)	Deponierung ggf. Aufbereitung des Lehms
6	Feinputz (innen)	Einstufung identisch den Lehmplatten					
Optimierungspotenzial Chemischer Holzschutz							
Bewitterte Holzfassaden mit Ausnahme von Lerche werden aufgrund der geringen Dauerhaftigkeit regelmäßig mit chemischen Holzschutz behandelt, so dass der Verrottungsprozess der Fassade verlangsamt wird. Die gezielt Vermeidung von Holzschutz im Rahmen nachhaltiger Lösungen und die damit positive Beeinflussung des Kriteriums 1.1.6 steht dabei im Vordergrund							
Optimierungspotenzial Holzart / Lebensdauer							
Durch thermische Prozesse können die Nutzungsdauern von Hölzern erheblich verbessert werden. Im Falle der Thermoholzfassade wurde die Nutzungsdauer von ca. 5 Jahren auf ca. 25 Jahre angehoben. Auf den Einsatz von Holzschutzmittel kann gänzlich verzichtet werden. Der damit einhergehende Einsatz von Wärmeenergie zur thermischen Behandlung des Holzes wird dabei als tolerabel angesehen, da es sich dennoch um ein Produkt mit relativ geringer Herstellenergie handelt.							

A5- 1 Ökologisch-gesundheitlich Strategisches Bauteil „Holzfassade“

Ökologisch-gesundheitlich Strategisches Bauteil „Bodenplatte“ - Projekt „UBA 2019“						
Bauteiloptimierung im BNB-Zielsystem – Auditor Nicolas Kerz						
Bauteilschichten und Produkte Schichtenaufbau	Globale und lokale Umwelt BNB 1.1.1 - 1.1.6		Innenraum- hygiene BNB 3.1.3	End of Life Phase BNB 4.1.4		
	Globale Umwelt	Lokale Umwelt	z. B. Raumluft	Rückbaubarkeit	Sortenreinheit	Verwertbarkeit
Variante 1: XPS-Floormate 500-A (PU)						
1	XPS-Floormate 500-A	Höherer Einsatz an nicht erneuerbarer Energie	Zum Zeitpunkt der Planung nur mit SVHC in Deutschland zu erhalten, aktuell Umstellung des Flammenschutzes, somit zukünftig keine SVHC Einstufung	Nicht relevanz	Rückbaubarkeit für alle Varianten gleich (lose verlegt in der Fläche)	Nicht sortenrein: organische und anorganische Anteile Recycling möglich, Deponierung unkritisch
2	PUR / PIR-Puren GV-FB			Abtrennung der Innendämmung durch Estrich oder Doppelboden, somit geringer Kontakt zur Innenluft	Vertikale Verklebung nur bei Foamglas unkritisch, da gleiche Entsorgungsfraction	Energetische Verwertung
3	MF-Akustik EP 1 (TSD)			Abtrennung der Innendämmung durch Estrich oder Doppelboden, somit geringer Kontakt zur Innenluft		(mineralisch, fossil), somit schichtenweiser Ausbau verpflichtend Deponierung, sofern sortenrein, ggf. Rücknahme und Recycling
Variante 2: Einsatz von CG Formglas T4						
1	CG Foamglas T4+	Reduktion fossiler Materialien, höherer Einsatz an regenerativen Energieträgern	Keine SVHCs			nur anorganische Anteile
2	PUR / PIR-Puren GV-FB					
3	MF-Akustik EP 1 (TSD)					
Variante 3: Einsatz von PUR / PIR-Puren FD-L						
1	CG Foamglas T4+					
2	PUR / PIR-Puren FD-L					
3	MF-Akustik EP 1 (TSD)					
Variante 4: wie Variante 2, geänderte Materialstärken						
1	CG Foamglas T4+					
2	PUR / PIR-Puren GV-FB					
3	MF-Akustik EP 1 (TSD)					
Strategische Vorgaben der Gebäudeplanung:						
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vermeidung von Kunstschäumstoffstoffen im Hinblick auf BNB 1.1.6 (SVHCs), besonders bei direktem Bodenkontakt ▪ Vermeidung fossiler Ressourcen, Optimierung der Umweltwirkungen (Variantenbetrachtung bzgl. Materialkombination und Dämmstoffdicke) ▪ Optimale Materialkombinationen zur Optimierung der Umweltwirkungen (Variantenbetrachtungen bzgl. Material und Dämmstoffdicke) ▪ Zielwert: U-Wert < 0,09 (Nullenergiehaus) - Einsatz von Hochleistungsdämmstoffen erforderlich 						
Vorteile / Nachteile Foamglas:						
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hohe Investitionskosten ▪ Zum Zeitpunkt der Planung keine Zulassung für benötigte Stärke bei reinem Schaumglaseinsatz (max. nur 15cm) ▪ Hoher Anteil an Altglas, Einsatz von Recyclingprodukten ▪ Keine bekannten lokalen Risiken (BNB 1.1.6) ▪ Vertikale Foamglasplatten (Verklebung) auf Beton können der mineralischen Entsorgung zugeführt werden 						
Vorteile / Nachteile XPS:						
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bei großen Stärken ebenfalls hohe Investitionskosten ▪ Zulassung für benötigte Schichtdicke vorhanden ▪ Reduktion des Einsatzes unterschiedlicher Dämmstoffe (nur ein Dämmstoff, Sortenreinheit) 						
Vorteile / Nachteile PUR / PIR:						
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zusatzzinnendämmung für Schaumglaslösungen mit geringeren lokalen Risiken (BNB 1.1.6) ▪ Alukaschierung reduziert die Dämmstoffdicke um 2 cm bei insgesamt geringeren Umweltwirkungen (Reflexion) 						

A5- 2 Ökologisch-gesundheitlich Strategisches Bauteil „Bodenplatte“

Anhang

Ökologisch-gesundheitlich Strategisches Bauteil „Bodenbeläge“ - Projekt „UBA 2019“						
Bauteiloptimierung im BNB-Zielsystem – Auditor Nicolas Kerz						
Bauteilschichten und Produkte Schichtenaufbau	Globale und lokale Umwelt BNB 1.1.1 - 1.1.6		Innenraumhygiene BNB 3.1.3	End of Life Phase BNB 4.1.4		
	Globale Umwelt	Lokale Umwelt	z. B. Raumluft	Rückbaubarkeit	Sortenreinheit	Verwertbarkeit
Variante 1: Linoleum mit Deckschicht						
1	PU-Deckschicht		PU bei Einhaltung der BNB-Anforderungen an den Gis-Code unkritisch	Emissionsarme Beschichtungen möglich	Keine Trennbarkeit von der Basis	
2	Linoleum-Basisschicht	Aufgrund des hohen Anteils an natürlichen Komponenten sind die globalen Belastungen tolerabel (Vermeidung fossiler Ressourcen)	Keine Wirkungen bekannt	Linoleum kann zu erhöhten Emissionen führen	Aufgrund Verklebung ist zerstörungsfreier Rückbau unwahrscheinlich	Verunreinigung durch Kleber
Variante 2: Hartholparkett geölt						
1	Pflegeschicht geölt	Aufgrund des hohen Anteils an natürlichen Komponenten sind die globalen Belastungen tolerabel (Vermeidung fossiler Ressourcen)	Inhaltsstoffe der zum Teil eingesetzten 2-K Produkte wahrscheinlich unkritisch (noch zu prüfen!)	Beeinflussung durch Emissionen möglich (ein Grund, diese Variante zu vermeiden)	Keine Trennbarkeit von der Basis, Ausnahme vorhergehendes Schleifen	
2	Abschleifbare Deckschicht					
3	Parkettbasis	Nachwachsende Rohstoffe entlasten die globalen Belastungen	Keine Wirkungen bekannt	Abhängig von der Holz Auswahl möglich	Keine Trennbarkeit vom Kleber	Verunreinigung durch Kleber und Beschichtung
Variante 3: Hartholparkett versiegelt						
1	Pflegeschicht versiegelt	Höhere globale Wirkungen gegenüber Öl / Wachs, jedoch höhere Nutzungsdauern möglich	Inhaltsstoffe der zum Teil eingesetzten 2-K Produkte nicht zwingend unkritisch	Beeinflussung durch Emissionen möglich (ein Grund, diese Variante zu vermeiden)	Keine Trennbarkeit von der Basis, Ausnahme vorhergehendes Schleifen	
2	Abschleifbare Deckschicht					
3	Parkettbasis	Nachwachsende Rohstoffe entlasten die globalen Belastungen	Keine Wirkungen bekannt	Abhängig von der Holz Auswahl möglich	Keine Trennbarkeit vom Kleber	Verunreinigung durch Kleber und Beschichtung
Variante 4: Hartholparkett gewachst						
1	Pflegeschicht gewachst	Aufgrund des hohen Anteils an natürlichen Komponenten sind die globalen Belastungen tolerabel (Vermeidung fossiler Ressourcen)	Inhaltsstoffe der zum Teil eingesetzten 2-K Produkte nicht zwingend unkritisch	Beeinflussung durch Emissionen möglich (ein Grund, diese Variante zu vermeiden)	Keine Trennbarkeit von der Basis, Ausnahme vorhergehendes Schleifen	
2	Abschleifbare Deckschicht					
3	Parkettbasis	Nachwachsende Rohstoffe entlasten die globalen Belastungen	Keine Wirkungen bekannt	Abhängig von der Holz Auswahl möglich	Keine Trennbarkeit vom Kleber	Verunreinigung durch Kleber und Beschichtung
Vorteile Parkettböden						
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lange Lebensdauer (bis zu 100 Jahre durch Möglichkeiten des Abschleifens und Neu-Versiegelns) ▪ Günstige Reinigungs- / Pflegekosten (dadurch geringe Amortisation für Mehrkosten bei Beschaffung bei Investition) ▪ Ökologischer Vorteil durch Materialwahl „Holz“ ▪ Temporäre Versiegelungen (Öl / Wachs) müssen auf den Gebäudebetrieb abgestimmt werden, damit Emissionen aus den Produkten nicht zu Belastungen bei den Nutzern führen. Regelmäßiges Einpflegen der Böden während der Nutzung. 						

A5- 3 Ökologisch-gesundheitlich Strategisches Bauteil „Bodenbeläge“

Ökologisch-gesundheitlich Strategisches Bauteil „Kompaktdach“ - Projekt „UBA 2019“						
Bauteiloptimierung im BNB-Zielsystem – Auditor Nicolas Kerz						
Optimierung des Flachdachaufbaus mit alternativen Bauteilschichten						
Bauteilschichten und Produkte Schichtenaufbau	Globale und lokale Umwelt BNB 1.1.1 - 1.1.6		Innenraum- hygiene BNB 3.1.3	End of Life Phase BNB 4.1.4		
	Globale Umwelt	Lokale Umwelt		z. B. Raumluf	Rückbaubarkeit	Sortenreinheit
1 PV-Module	Optimierung der Unterkonstruktion durch Holzrahmen aufgrund fehlender Zulassung kein Einsatz nachwachsender Materialien möglich gewesen	Vermeidung von Schwermetallen (Zink), gewählt ALU-Unterkonstruktion	Kein Beitrag	Schraubverbindung grundsätzlich lösbar	Sortenreiner Rückbau	Wiederverwendung bzw. Metallrecycling möglich
2 100 mm Extensive Dachbegrünung	Keine zusätzliche Optimierung gegenüber Standardplanung vorgenommen	Kein Beitrag	Kein signifikanter Beitrag, da außenliegend	Lagesicherung der PV-Module und der Foliendichtung ausschließlich durch Auflast	Sortenreiner Rückbau	Unbekannt
3 Polymerbitumen-Abdichtung, 2-lagig in Kautschukbitumen verlegt, FLL-geprüft o. zusätzliche Wurzelschutzbahn	Hoher Einsatz fossiler Rohstoffe, Zunahme der globalen Umweltwirkungen	Anteil von SVHC ggf. zu hoch	Kein signifikanter Beitrag, da außenliegend	Schwer rückbaubar, da klebend miteinander verbunden	Kein sortenreiner Rückbau möglich durch Fremdanhaftungen	Thermische Verwertung erforderlich
4 PUR/PIR-Wärmedämmung in Kautschukbitumen eingeschwennt	Ein Teil der Gefälledämmung übernimmt konstruktive Funktionen, somit erhöhte Umweltbelastungen durch Kunstschaumdämmstoff	Kunstschaumdämmstoffe mit geringen SHVC-Gehalten zum Zeitpunkt der Planung nur sehr schwer umsetzbar	Kein signifikanter Beitrag, da außenliegend	Schwer rückbaubar, da klebend miteinander verbunden	Kein sortenreiner Rückbau möglich durch Fremdanhaftungen	Thermische Verwertung erforderlich
5 Dampfsperre SD = 1500 m	Standardlösung ohne großes Optimierungspotenzial	Ggf. Einsatz von SVH	Kein signifikanter Beitrag, da außenliegend	Schwer rückbaubar, da klebend miteinander verbunden	Kein sortenreiner Rückbau möglich durch Fremdanhaftungen	Thermische Verwertung erforderlich
6 22 mm OSB	Nachwachsende Rohstoffe entlasten die globalen Belastungen	Kein Beitrag da kein Holzschutz im Einsatz	OSB Fichte, Kleber & natürliche Emissionen in Kombination ergeben Abbauprodukte (VOC, Terpene, Aldehyde) OSB-Fichte geringere Werte als OSB-Kiefer	Verschraubung grundsätzlich lösbar	Sortenreiner Rückbau	Recycling zu Holzfasern möglich, alternativ energetische Nutzung
7 80 mm Holzfaserdämmung	Nachwachsende Rohstoffe entlasten die globalen Belastungen	Ausrüstung mit Flamm- und Verrottungsschutz führt ggf. zu erhöhten SVHC-Werten	Geringer Beitrag an Emissionen	Leicht rückbaubar, da lose verlegt	Sortenreiner Rückbau	Thermische Verwertung aufgrund des Flamm- und Verrottungsschutz wahrscheinlich
8 280 mm LIGNATUR Elemente	Nachwachsende Rohstoffe entlasten die globalen Belastungen.	Kein Beitrag da kein Holzschutz im Einsatz	Lasur mit geringen Emissionen	Verschraubung grundsätzlich lösbar	Sortenreiner Rückbau	Ggf. wiederverwendbar
	Sandschüttung und Kalksandsteinfüllungen können zusätzlich durch Recyclingmaßnahmen optimiert werden		Durch Auswahl „Fichte“ weniger natürlicher Emissionen (Harze)			Recycling zu Holzfasern möglich, alternativ thermische Verwertung
Nachteile des Kompaktdaches						
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nachteile bei Polymerbitumen-Abdichtung durch höheren Einsatz fossiler Rohstoffe aufgrund höherer Schichtdicke ▪ Nachteile bei PUR / PIR-Wärmedämmung durch Verlegeform (Kompaktdach) führt zu einem schwer trennbarem System ▪ Nachteile bei Holzfaserdämmung durch Ausrüstung mit Flamm- und Verrottungsschutz stellt zukünftig ggf. Probleme bei der Entsorgung dar 						

A5- 4 Ökologisch-gesundheitlich Strategisches Bauteil „Kompaktdach“

Ökologisch-gesundheitlich Strategisches Bauteil „Holz-Zellulosedach“ - Projekt „UBA 2019“						
Bauteiloptimierung im BNB-Zielsystem – Auditor Nicolas Kerz						
Bauteilschichten und Produkte Schichtenaufbau	Globale und lokale Umwelt BNB 1.1.1 - 1.1.6		Innenraum- hygiene BNB 3.1.3	End of Life Phase BNB 4.1.4		
	Globale Umwelt	Lokale Umwelt	z. B. Raumluf	Rückbaubarkeit	Sortenreinheit	Verwertbarkeit
1	PV-Module	Optimierung der Unterkonstruktion durch Holzrahmen geprüft, aufgrund fehlender Zulassung kein Einsatz nachwachsender Materialien möglich gewesen	Vermeidung von Schwermetallen (Zink), gewählt ALU-Unterkonstruktion	Kein Beitrag	Schraubverbindung grundsätzlich lösbar	Wiederverwendung bzw. Metallrecycling möglich
2	100 mm extensive Dachbegrünung	Keine zusätzliche Optimierung gegenüber Standardplanung vorgenommen	Kein Beitrag	Kein signifikanten Beitrag, da außenliegend	Lagesicherung der PV-Module und der Foliendichtung durch reine Auflast	Unbekannt
3	Folienabdichtung EVALON Dachbahn, EPDM, heißverschweißt	Keine zusätzliche Optimierung vorgenommen. Reduktion der Schichtlagen, somit Verringerung der absoluten Wirkungen	Durchwurzelungsicherheit ohne chemische Zusätze, keine SVHC > 0,1% (Substances of very high concern)	Kein signifikanter Beitrag, da außenliegend	Lose verlegt bzw. punktuell gesichert	Wahrscheinlich thermische Verwertung
4	25 mm OSB	Nachwachsende Rohstoffe entlasten die globalen Belastungen	Kein Beitrag, da kein Holzschutz im Einsatz	Kein signifikanter Beitrag, da außenliegend	Verschraubung grundsätzlich lösbar	Recycling zu Holzfasern möglich, alternativ thermische Verwertung
5	KVH-Unterkonstruktion mit Ausbildung des Gefälles	Nachwachsende Rohstoffe entlasten die globalen Belastungen, Reduktion von Kunstschäumstoffen	Kein Beitrag, da kein Holzschutz im Einsatz Reduktion von Kunstschäumstoffen und somit Vermeidung von SVHC	Kein signifikanter Beitrag, da außenliegend	Verschraubung grundsätzlich lösbar	Recycling zu Holzfasern möglich, alternativ thermische Verwertung
6	Zellulosedämmung	Extrem niedrige globale Umweltwirkungen, weil Recyclingprodukt (Altpapier)	Flammschutz und Verrottungsschutz (Boratsalze mit SVHC-Gehalten <0,1%)	Kein signifikanter Beitrag, da außenliegend	Leichte Rückbaubarkeit (wird rausgesaugt)	Downcycling
7	Bitumenbahn / Dampfbremse	Keine zusätzliche Optimierung gegenüber Standardplanung	Keine zusätzliche Optimierung gegenüber Standardplanung	Kein signifikanter Beitrag, da außenliegend	Lose verlegt bzw. punktuell gesichert	Downcyclingprodukte (Bsp. Granulat)
8	22 mm OSB	Nachwachsende Rohstoffe entlasten die globalen Belastungen	Kein Beitrag, da kein Holzschutz im Einsatz	OSB Fichte, Kleber & natürliche Emissionen in Kombination ergeben Abbauprodukte (VOC, Terpene, Aldehyde) OSB-Fichte geringere Werte als OSB-Kiefer	Verschraubung grundsätzlich lösbar	Recycling zu Holzfasern möglich, alternativ thermische Verwertung
9	280 mm LIGNATUR Elemente	Nachwachsende Rohstoffe entlasten die globalen Belastungen. Sandschüttung und Kalksandsteinfüllungen können zusätzlich durch Recyclingmaßnahmen optimiert werden	Kein Beitrag, da kein Holzschutz im Einsatz	Lasur mit geringen Emissionen durch Auswahl „Fichte“ weniger natürlicher Emissionen (Harze)	Verschraubung grundsätzlich lösbar	Ggf. wiederverwendbar Recycling zu Holzfasern möglich, alternativ thermische Verwertung

- Vorteile des Holz-Zellulosedachs gegenüber Kompaktdach:
- Reduktion der Bauteil-Investitionskosten: ca. 6 %
 - Um 20 % geringere Belastungen der globalen Umwelt
 - Diffusionsoffene Abdichtung
 - Lange Haltbarkeit der EPDM-Bahnen (ca. 50 Jahre)
 - Dachbegrünung hat positiven Einfluss auf das Kriterium 1.2.4 Flächeninanspruchnahme
 - Bauteilschichten sind leicht lösbar miteinander verbunden und unterstützen somit einen sortenreinen Rückbau

A6 Variantenanalyse thermodynamischer Simulationen von Entwürfen für den Neubau eines Schulgebäudes in Karlsruhe

Schule 1, Karlsruhe Fensterflächenanteil

Maßnahmen	Variante 1	Basis	Variante 2	Variante 3	Variante 4	Variante 5
Veränderung des Fensterflächenanteils (Fassade)	-10 %	+/- 0%	+10 %	+20 %	+30 %	+40 %
Fensterflächenanteil [%]	25%	35%	45%	55%	65%	75%
gesamte Fensterfläche [m ²]	258 m ²	361 m ²	465 m ²	569 m ²	672 m ²	776 m ²
gesamte opake Fläche [m ²]	777 m ²	674 m ²	570 m ²	467 m ²	364 m ²	260 m ²

Simulationsergebnisse

	Gesamtgebäude	Gesamtgebäude	Gesamtgebäude	Gesamtgebäude	Gesamtgebäude	Gesamtgebäude
Lüftungsverluste [kWh/a]	37.287	36.641	35.948	35.475	34.837	33.977
Wandverluste [kWh/a]	7.204	4.614	1.870	-716	-3.081	-5.418
Dachverluste [kWh/a]	17.034	15.854	14.693	13.673	12.716	11.792
Erdreichverluste [kWh/a]	3.917	3.641	3.401	3.223	3.096	2.967
Fensterverluste [kWh/a]	27.281	36.937	46.281	55.663	64.929	74.101
Solare Gewinne [kWh/a]	23.491	26.990	29.358	32.023	34.107	36.215
Interne Gewinne [kWh/a]	14.739	13.650	12.892	12.468	12.204	12.013
Heizwärmebedarf [kWh/a]*	54.053	56.217	58.639	61.274	64.451	67.297
Max. Heizleistung [kW]	81	85	91	93	97	103
Betriebsstunden Heizung [h]	4.487	4.270	4.080	3.944	3.831	3.835
Lichtenergiebedarf [kWh/a]	6.492	5.101	4.553	4.278	3.981	3.836
Minimaltemperatur [°C]	15,7	15,5	15,4	15,2	15,0	14,9
Maximaltemperatur [°C]	27,9	28,4	28,8	29,3	29,9	30,4
h > 26 °C	55	110	159	211	266	304
h > 27 °C	15	28	55	96	141	180

Veränderung Heizwärmebedarf [%]	-4%		4%	9%	15%	20%
Veränderung Lichtenergiebedarf [%]	27%		-11%	-16%	-22%	-25%

NGF

Heizwärmebedarf [kWh/(m ² _{NGFA})]	38,6	40,1	41,9	43,7	46,0	48,0
---	------	------	------	------	------	------

A6- 1 Fensterflächenanteil, Schule 1 Karlsruhe

**Schule 1, Karlsruhe
Sommerlicher Wärmeschutz**

	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4
Maßnahmen				
Nachtlüftung	3-fache	3-fache	3-fache	3-fache
Sonnenschutz	ohne	innen, ohne Regelung / Lamellen- regelung	außen, ohne Regelung / Lamellen- regelung	außen, mit Regelung / Lamellen- regelung

	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4
Maßnahmen				
Nachtlüftung	ohne	ohne	ohne	ohne
Sonnenschutz	ohne	innen, ohne Regelung / Lamellen- regelung	außen, ohne Regelung / Lamellen- regelung	außen, mit Regelung / Lamellen- regelung

	Variante 1	Variante 2
Maßnahmen		
Nachtlüftung	ohne	3-fache
Sonnenschutz		

	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4
Simulationsergebnisse				
Lüftungsverluste [kWh/a]	34.700	34.781	34.811	37.135
Wandverluste [kWh/a]	1.323	1.316	1.252	4.991
Dachverluste [kWh/a]	13.045	13.070	13.052	16.306
Erdreichverluste [kWh/a]	3.204	3.222	3.239	3.869
Fensterverluste [kWh/a]	34.552	34.634	34.724	37.568
Solare Gewinne [kWh/a]	21.542	21.624	21.684	28.467
Interne Gewinne [kWh/a]	12.182	12.222	12.231	13.848
Heizwärmebedarf [kWh/a]*	52.712	52.786	52.765	56.991
Max. Heizleistung [kW]	84	85	84	85
Betriebsstunden Heizung [h]	4.137	4.150	4.152	4.516
Lichtenergiebedarf [kWh/a]	5.026	5.047	5.219	5.099
Minimaltemperatur [°C]	15,5	15,5	15,5	15,5
Maximaltemperatur [°C]	32,3	31,3	28,6	27,9
h > 26 °C	436	350	137	66
h > 27 °C	304	201	59	9

	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4
Simulationsergebnisse				
Lüftungsverluste [kWh/a]	34.588	34.635	34.732	37.084
Wandverluste [kWh/a]	1.330	1.286	1.252	4.978
Dachverluste [kWh/a]	13.016	13.014	13.029	16.291
Erdreichverluste [kWh/a]	3.167	3.190	3.221	3.865
Fensterverluste [kWh/a]	34.459	34.536	34.672	37.543
Solare Gewinne [kWh/a]	21.487	21.532	21.647	28.359
Interne Gewinne [kWh/a]	12.167	12.168	12.201	13.861
Heizwärmebedarf [kWh/a]*	52.523	52.573	52.664	56.964
Max. Heizleistung [kW]	84	84	85	86
Betriebsstunden Heizung [h]	4.097	4.111	4.134	4.511
Lichtenergiebedarf [kWh/a]	5.019	5.031	5.305	5.124
Minimaltemperatur [°C]	15,5	15,6	15,5	15,5
Maximaltemperatur [°C]	32,4	31,3	28,7	27,9
h > 26 °C	447	360	142	70
h > 27 °C	313	209	63	9

	Variante 1	Variante 2
Simulationsergebnisse		
Lüftungsverluste [kWh/a]	36.641	37.079
Wandverluste [kWh/a]	4.614	4.354
Dachverluste [kWh/a]	15.854	15.887
Erdreichverluste [kWh/a]	3.641	3.844
Fensterverluste [kWh/a]	36.937	37.831
Solare Gewinne [kWh/a]	26.990	27.550
Interne Gewinne [kWh/a]	13.650	13.845
Heizwärmebedarf [kWh/a]*	56.217	56.696
Max. Heizleistung [kW]	85	85
Betriebsstunden Heizung [h]	4.270	4.404
Lichtenergiebedarf [kWh/a]	5.101	5.091
Minimaltemperatur [°C]	15,5	15,5
Maximaltemperatur [°C]	28,4	28,1
h > 26 °C	110	88
h > 27 °C	28	12

Veränderung Heizwärmebedarf [%]	0%	0%	0%	8%
Veränderung Lichtenergiebedarf [%]	0%	0%	4%	1%

Veränderung Heizwärmebedarf [%]	0%	0%	6%	8%
Veränderung Lichtenergiebedarf [%]	0%	0%	2%	2%

Veränderung Heizwärmebedarf [%]	1%
Veränderung Lichtenergiebedarf [%]	1%

Schule 1, Karlsruhe U-Wert Fenster

Maßnahmen	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4	Variante 5	Variante 6
Verbesserung des U_{w} -wertes (g-, t-Wert unverändert)		-0,1 W/(m ² K)	-0,2 W/(m ² K)	-0,3 W/(m ² K)	-0,4 W/(m ² K)	-0,5 W/(m ² K)
Glasfassade (EG) [W/(m ² K)]	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7
Fenster OG [W/(m ² K)]	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7
Lichtkuppel [W/(m ² K)]	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9

Simulationsergebnisse

	Gesamt- gebäude	Gesamt- gebäude	Gesamt- gebäude	Gesamt- gebäude	Gesamt- gebäude	Gesamt- gebäude
Lüftungsverluste [kWh/a]	36.583	36.447	36.124	35.853	35.617	35.298
Wandverluste [kWh/a]	4.575	4.693	4.773	4.812	4.903	4.883
Dachverluste [kWh/a]	15.832	15.835	15.799	15.744	15.732	15.644
Erdreichverluste [kWh/a]	3.643	3.611	3.568	3.531	3.501	3.470
Fensterverluste [kWh/a]	36.987	33.703	30.426	27.189	24.009	20.853
Solare Gewinne [kWh/a]	26.898	26.200	25.409	24.549	23.924	23.032
Interne Gewinne [kWh/a]	13.627	13.475	13.280	13.040	12.868	12.619
Heizwärmebedarf [kWh/a]*	56.232	53.779	51.173	48.718	46.179	43.696
Max. Heizleistung [kW]	86	84	82	81	78	77
Betriebsstunden Heizung [h]	4.266	4.222	4.191	4.138	4.104	4.073
Lichtenergiebedarf [kWh/a]	5.083	5.109	5.101	5.085	5.102	5.105
Minimaltemperatur [°C]	15,5	15,6	15,6	15,7	15,8	15,7
Maximaltemperatur [°C]	28,4	28,4	28,5	28,5	28,5	28,6
h > 26 °C	111	110	110	109	112	115
h > 27 °C	27	29	30	31	33	34

Veränderung Heizwärmebedarf [%]		-4%	-9%	-13%	-18%	-22%
---------------------------------	--	-----	-----	------	------	------

NGF	1401 m ²					
Heizwärmebedarf [kWh/(m ² _{NGF} a)]	40,1	38,4	36,5	34,8	33,0	31,2

A6- 3 Fensterkonstruktionen, Schule 1 Karlsruhe

Schule 1, Karlsruhe

Solltemperatur

Maßnahmen	Variante 1	Basis	Variante 2	Variante 3	Variante 4
Solltemperatur (tagsüber)	19 °C	20 °C	21 °C	21,5 °C	22 °C

Simulationsergebnisse

	Gesamt- gebäude	Gesamt- gebäude	Gesamt- gebäude	Gesamt- gebäude	Gesamt- gebäude
Lüftungsverluste [kWh/a]	34.996	36.641	23.227	11.360	5.941
Wandverluste [kWh/a]	4.495	4.614	2.664	-430	-1.756
Dachverluste [kWh/a]	15.535	15.854	14.132	9.314	4.918
Erdreichverluste [kWh/a]	3.293	3.641	3.351	2.164	1.094
Fensterverluste [kWh/a]	35.928	36.937	34.825	27.238	18.017
Solare Gewinne [kWh/a]	31.209	26.990	16.328	7.812	5.413
Interne Gewinne [kWh/a]	14.744	13.650	10.514	5.158	2.649
Heizwärmebedarf [kWh/a]*	47.368	56.217	70.071	78.692	84.763
Max. Heizleistung [kW]	76	85	96	95	97
Betriebsstunden Heizung [h]	3.957	4.270	4.629	4.844	5.117
Lichtenergiebedarf [kWh/a]	5.070	5.101	5.135	5.174	5.186
Minimaltemperatur [°C]	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5
Maximaltemperatur [°C]	28,4	28,4	28,5	28,5	28,6
h > 26 °C	109	110	114	117	123
h > 27 °C	27	28	29	30	31

Veränderung Heizwärmebedarf [%]	-16%		25%	40%	51%
---------------------------------	------	--	-----	-----	-----

gemäß Nutzungskatalog DIN 18599-10

NGF

Heizwärmebedarf [kWh/(m ² _{NGF} a)]	33,8	40,1	50,0	56,2	60,5
--	------	------	------	------	------

A6- 4 Solltemperatur, Schule 1 Karlsruhe

Schule 1, Karlsruhe
Himmelsrichtung

Maßnahmen	Variante 1	Basis	Variante 2	Variante 2	Variante 3	Variante 4
Himmelsausrichtung	20° nach Osten	Azimet* 35°	20° nach West	20° nach Osten	Azimet* 35°	20° nach West
Fensterflächenanteil	35%			55%		

Simulationsergebnisse

	Gesamtgebäude	Gesamtgebäude	Gesamtgebäude	Gesamtgebäude	Gesamtgebäude	Gesamtgebäude
Lüftungsverluste [kWh/a]	36.414	36.641	36.745	35.181	35.475	35.695
Wandverluste [kWh/a]	4.285	4.614	4.872	-1.078	-716	-339
Dachverluste [kWh/a]	15.624	15.854	16.036	13.418	13.673	13.920
Erdreichverluste [kWh/a]	3.660	3.641	3.578	3.236	3.223	3.166
Fensterverluste [kWh/a]	36.855	36.937	36.866	55.527	55.663	55.609
Solare Gewinne [kWh/a]	26.856	26.990	26.422	31.410	32.023	32.031
Interne Gewinne [kWh/a]	13.490	13.650	13.660	12.398	12.468	12.469
Heizwärmebedarf [kWh/a]**	55.419	56.217	57.394	60.637	61.274	62.419
Max. Heizleistung [kW]	85	85	86	91	93	94
Betriebsstunden Heizung [h]	4.292	4.270	4.237	3.961	3.944	3.954
Lichtenergiebedarf [kWh/a]	5.136	5.101	5.027	4.288	4.278	4.242
Minimaltemperatur [°C]	15,5	15,5	15,5	15,2	15,2	15,2
Maximaltemperatur [°C]	28,3	28,4	28,7	29,3	29,3	29,3
h > 26 °C	115	110	152	209	211	262
h > 27 °C	22	28	47	101	96	129

Veränderung Heizwärmebedarf [%]	-1%		2%	-1%		2%
Veränderung Lichtenergiebedarf [%]	1%		-1%	0%		-1%
Veränderung h>27 °C [%]	-20%		69%	6%		34%

NGF

Heizwärmebedarf [kWh/(m ² _{NGF} a)]	39,6	40,1	41,0	43,3	43,7	44,6
---	------	------	------	------	------	------

A6- 5 Azimet-Varianten, Schule 1 Karlsruhe

Schule 1, Karlsruhe

Speicherwirkung

Maßnahmen	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4
Speicherwirkung der Bauteile	Massivbauweise	Leichtbau: nur AW	Leichtbau: nur AW + Flachdach	Leichtbauweise

Simulationsergebnisse

	Gesamtgebäude	Gesamtgebäude	Gesamtgebäude	Gesamtgebäude
Lüftungsverluste [kWh/a]	36.693	36.467	36.509	36.307
Wandverluste [kWh/a]	4.876	4.952	3.783	5.601
Dachverluste [kWh/a]	15.856	15.438	16.527	14.432
Erdreichverluste [kWh/a]	3.684	3.639	3.491	2.976
Fensterverluste [kWh/a]	36.943	36.918	36.778	36.611
Solare Gewinne [kWh/a]	28.224	27.623	27.031	25.098
Interne Gewinne [kWh/a]	14.109	14.005	14.009	13.198
Heizwärmebedarf [kWh/a]*	54.758	54.774	54.938	57.192
Max. Heizleistung [kW]	87	86	86	77
Betriebsstunden Heizung [h]	4.152	4.180	4.217	4.404
Lichtenergiebedarf [kWh/a]	5.008	5.002	5.137	5.141
Minimaltemperatur [°C]	16,7	16,0	15,8	15,5
Maximaltemperatur [°C]	27,8	28,1	28,5	31,2
h > 26 °C	78	94	126	371
h > 27 °C	17	22	32	243

Veränderung Heizwärmebedarf [%]		0%	0%	4%
---------------------------------	--	----	----	----

NGF	682 m ²			
Heizwärmebedarf [kWh/(m ² _{NGFA})]	80,3	80,3	80,5	83,8

A6- 6 Variierte Speicherwirkung, Schule 1 Karlsruhe