

# **Eine formale Beschreibung der Baufauftragsrechnung**

- Grundlage zur Anpassung und Entwicklung eines  
Informationssystems -

Dissertation  
zur Erlangung des akademischen Grades  
Doktor - Ingenieur  
an der Fakultät Bauingenieurwesen  
der  
Bauhaus-Universität Weimar

Vorgelegt von  
**Frank Ziegler**  
aus Wolfsburg-Unkeroda/Thür.

Weimar, den 03. Juli 2002

**Gutachter:**  
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Karl E. Beucke  
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Hans-Joachim Bargstädt  
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Rudolf Damrath

Tag der Disputation: 20. Dezember 2002

Copyright © 2002 Frank Ziegler, Wolfsburg-Unkeroda/Thür.  
Der Nachdruck und das Kopieren dieser Publikation ist, auch auszugsweise, nur mit  
schriftlicher Genehmigung des Autors erlaubt.  
Das Druckbild wurde vom Autor mit L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X gestaltet.

# Vorwort

In vielen Bauunternehmen sind Informationssysteme ein integraler Bestandteil der Arbeit der Bauingenieure, Kaufleute und Techniker geworden. Aus den Anforderungen der Praxis wurden in Zusammenarbeit mit Unternehmen der Bauindustrie baubetriebliche Fachapplikationen entwickelt. Sie decken heute ein breites Spektrum fachspezifischer Aufgaben u.a. auch im baubetrieblichen Rechnungswesen ab. Der Ursprung der Entwicklung reicht in den Beginn der neunziger Jahre zurück. Der heutige Stand der Systeme ist durch moderne Konzepte der Informationstechnologie - wie z.B. der Objektorientierung - geprägt, berücksichtigt aber kaum Aspekte der netzverteilten Zusammenarbeit. Diese Aspekte haben mit der rasanten Entwicklung der Informationstechnologie an immenser Bedeutung gewonnen. Die ständige Verbesserung technischer Möglichkeiten zur Vernetzung und nicht zuletzt das Internet werden sich gravierend auf den Entwurf von Softwarelösungen für den Baubetrieb auswirken.

In der vorliegenden Arbeit wird mit der Bauauftragsrechnung ein wesentliches Teilgebiet im baubetrieblichen Rechnungswesen behandelt, dessen Aufgabe die Kostenermittlung für Bauleistungen vor, während und nach der Leistungserbringung beinhaltet. Eine Aufgabenverteilung führt in der Regel zu gemeinsamen Tätigkeiten am Datenbestand eines Bauauftrags. Für das Zusammenspiel der Beteiligten in einem netzverteilten Informationssystem entstehen daraus wechselseitige Beeinflussungen und Abhängigkeiten. Aus dieser Problemstellung heraus bestand die Absicht, in meiner Arbeit die fachlichen und organisatorischen Aspekte im Prozeß der Bauauftragsrechnung als theoretisch fundierte Grundlage für die Anpassung und Neukonzeption netzverteilter Informationssysteme aufzubereiten. Mit Hilfe einer hierfür geeigneten Modellierungsmethode wurden die Prozesse, Informationsdefinitionen, Funktionen und die Organisationsstruktur im Bauunternehmen formal beschrieben und ausgewertet.

Obwohl mir die genannte Problemstellung aus eigener praktischer Erfahrung bekannt war, wurde mir der bestehende Handlungsbedarf erst in den vorbereitenden Gesprächen im Fachbereich Informatik im Bauwesen an der Bauhaus-Universität Weimar bewußt. Mein besonderer Dank gilt hierbei Herrn Univ.-Prof. Dr.-Ing. Karl E. Beucke, der mich über meine gesamte Zeit als externer Doktorand bei der Bearbeitung des Themas in vielfältiger Weise unterstützt hat.

Die Bearbeitung dieses Themas erforderte eine Einarbeitung und Aufbereitung methodischer Grundlagen, insbesondere der Prozeßmodellierung. Mein Dank gilt auch Herrn PD Dr.-Ing. habil. Wolfgang Huhnt, der mir als ständiger Ansprechpartner mit Rat zur Seite stand. Desweiteren danke ich den akademischen und nicht akademischen Mitarbeitern am

Lehrstuhl Informatik im Bauwesen der Bauhaus-Universität Weimar für die konstruktive Unterstützung. Nicht unerwähnt lassen möchte ich die, wenn auch nicht direkt fachliche, aber permanente Unterstützung durch meine Frau Sigrid, die mich über alle (nicht immer einfachen) Phasen der Bearbeitung dieser Arbeit begleitet und oftmals auch moralisch unterstützt hat.

Die vorliegende Arbeit wurde von der Fakultät Bauingenieurwesen an der Bauhaus-Universität Weimar unter dem Titel „Eine formale Beschreibung der Bauauftragsrechnung - Grundlage zur Anpassung und Entwicklung eines Informationssystems“ als Dissertationsschrift angenommen. Mein Dank gilt Herrn Univ.-Prof. Dr.-Ing. Hans-Joachim Bargstädt, Bauhaus-Universität Weimar, und Herrn Univ.-Prof. Dr.-Ing. Rudolf Damrath, Universität Hannover, für die kritische Durchsicht und die Hinweise zur Arbeit.

Ich wünsche mir, daß die vorliegende Dissertationsschrift im Hinblick auf angewendete Methoden und fachliche Inhalte zur Diskussion anregt und in weiterführenden Arbeiten aufgegriffen wird.

Wolfsburg-Unkeroda/Thür., im Dezember 2002  
Frank Ziegler

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1	Ziel der Arbeit . . . . .	1
1.2	Vorgehensweise . . . . .	3
<b>I</b>	<b>Baufauftragsrechnung</b>	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>Methoden und Verfahren</b>	<b>11</b>
2.1	Allgemeines . . . . .	11
2.2	Fachliche Einordnung . . . . .	12
2.2.1	Stellung im Rechnungswesen . . . . .	12
2.2.2	Phasen eines Bauauftrags . . . . .	15
2.3	Leistungsverzeichnis . . . . .	19
2.3.1	Allgemeines . . . . .	19
2.3.2	Aufbau Leistungsverzeichnis . . . . .	20
2.3.3	LV-Position . . . . .	22
2.4	Kalkulationsverfahren . . . . .	27
2.4.1	Allgemeines . . . . .	27
2.4.2	Kosten . . . . .	28
2.4.3	Kostenart . . . . .	29
2.4.4	Ermittlung der Herstellkosten . . . . .	32
2.4.5	Berechnung einer Angebotssumme . . . . .	35
2.4.6	Bildung der Einheitspreise . . . . .	36
2.5	Methoden zur Auftragsausführung . . . . .	38
2.5.1	Allgemeines . . . . .	38
2.5.2	Festschreibung der Einheitspreise . . . . .	39
2.5.3	Deckungsbeitrag . . . . .	39
2.5.4	Leistungsermittlung . . . . .	41
2.6	Vergabe von NU-Leistungen . . . . .	43
2.6.1	Allgemeines . . . . .	43
2.6.2	GU-Vertrag und NU-Vertrag . . . . .	43
2.6.3	Projekt-LV und NU-LV . . . . .	45
2.6.4	Kostenermittlung von NU-Leistungen . . . . .	48

<b>3</b>	<b>Strukturen und Ablauf</b>	<b>51</b>
3.1	Allgemeines . . . . .	51
3.2	Strukturen im Bauunternehmen . . . . .	52
3.2.1	Unternehmensstruktur . . . . .	52
3.2.2	Fachbereiche . . . . .	52
3.2.3	Fachgebiete . . . . .	54
3.2.4	Schlußfolgerungen . . . . .	56
3.3	Grobablauf . . . . .	56
3.3.1	Angebotsvorbereitung . . . . .	57
3.3.2	Angebotskalkulation . . . . .	58
3.3.3	Auftragskalkulation . . . . .	60
3.3.4	Arbeitsvorbereitung . . . . .	61
3.3.5	Baustellensteuerung . . . . .	63
3.3.6	Baustellen-Controlling . . . . .	65
3.4	Zusammenfassung und Schlußfolgerung . . . . .	66
<b>4</b>	<b>Informationssysteme</b>	<b>71</b>
4.1	Allgemeines . . . . .	71
4.2	Stand der Technik . . . . .	72
4.2.1	Allgemeines . . . . .	72
4.2.2	Bisheriger Entwicklungsweg . . . . .	72
4.2.3	Klassendefinition . . . . .	73
4.2.4	Benutzeroberfläche . . . . .	76
4.3	Module . . . . .	76
4.3.1	Allgemeines . . . . .	76
4.3.2	Stamm- und Projektdaten . . . . .	77
4.3.3	Kataloge . . . . .	78
4.3.4	Modul Projektverwaltung . . . . .	80
4.3.5	Modul Projektstruktur . . . . .	81
4.3.6	Modul Leistungsverzeichnis . . . . .	84
4.3.7	Modul Kalkulation . . . . .	85
4.3.8	Weitere Module . . . . .	87
4.4	Konfiguration . . . . .	89
4.4.1	Allgemeines . . . . .	89
4.4.2	Konfigurationstruktur . . . . .	89
4.4.3	Einstellungen . . . . .	90
4.4.4	Berechtigungen . . . . .	91
4.5	Beurteilung und Schlußfolgerungen . . . . .	93
4.5.1	Beurteilung . . . . .	93
4.5.2	Schlußfolgerungen . . . . .	95

<b>II</b>	<b>Formale Beschreibung</b>	<b>97</b>
<b>5</b>	<b>Methodik</b>	<b>99</b>
5.1	Allgemeines . . . . .	99
5.2	Abstraktionen und Detaillierungen . . . . .	100
5.2.1	Grundlagen der Abstraktionen . . . . .	100
5.2.2	Prozeßmodell . . . . .	101
5.2.3	Funktionsmodell . . . . .	105
5.2.4	Informationsmodell . . . . .	107
5.2.5	Organisationsmodell . . . . .	109
5.3	Relationen . . . . .	111
5.3.1	Allgemeines . . . . .	111
5.3.2	Prozeßschritt und Funktion . . . . .	111
5.3.3	Prozeßschritt und Entitytyp . . . . .	112
5.3.4	Prozeßschritt und Organisationseinheit . . . . .	112
5.4	Vorgehensweise . . . . .	113
<b>6</b>	<b>Anwendung der Methodik</b>	<b>117</b>
6.1	Allgemeines . . . . .	117
6.2	Prozeßmodell . . . . .	118
6.2.1	Allgemeines . . . . .	118
6.2.2	Teilprozeß <i>ProjektStruktur bearbeiten</i> . . . . .	118
6.2.3	Teilprozeß <i>Projekt-LV bearbeiten</i> . . . . .	120
6.2.4	Teilprozeß <i>Herstellkosten kalkulieren</i> . . . . .	122
6.3	Funktionsmodell . . . . .	125
6.3.1	Allgemeines . . . . .	125
6.3.2	Funktionsbaum <i>Modul ProjektStruktur</i> . . . . .	127
6.3.3	Funktionsbaum <i>Modul LV-Bearbeitung</i> . . . . .	129
6.3.4	Funktionsbaum <i>Modul Kalkulation</i> . . . . .	131
6.4	Informationsmodell . . . . .	132
6.4.1	Allgemeines . . . . .	132
6.4.2	ERM <i>ProjektVerwaltung, ProjektStruktur</i> . . . . .	133
6.4.3	ERM <i>Projekt-LV, Kalkulation</i> . . . . .	135
6.4.4	Attribute im Informationsmodell . . . . .	139
6.5	Organisationsmodell . . . . .	139
6.6	Modellbeziehungen . . . . .	140
6.6.1	Allgemeines . . . . .	140
6.6.2	Prozeßmodell und Funktionsmodell . . . . .	141
6.6.3	Prozeßmodell und Informationsmodell . . . . .	141
6.6.4	Prozeßmodell und Organisationsmodell . . . . .	142
6.7	Zusammenfassung . . . . .	143

<b>III</b>	<b>Auswertungen der Modelle</b>	<b>145</b>
<b>7</b>	<b>Auswertungsmöglichkeiten</b>	<b>147</b>
7.1	Allgemeines . . . . .	147
7.2	Aussagen der Modelle . . . . .	148
7.2.1	Prozeßmodell . . . . .	148
7.2.2	Funktionsmodell . . . . .	149
7.2.3	Informationsmodell . . . . .	150
7.2.4	Organisationsmodell . . . . .	151
7.3	Aussagen der Modellbeziehungen . . . . .	151
7.3.1	Prozeß- und Funktionsmodell . . . . .	151
7.3.2	Prozeß- und Informationsmodell . . . . .	153
7.3.3	Prozeß- und Organisationsmodell . . . . .	154
7.3.4	Indirekte Modellbeziehungen . . . . .	155
7.4	Zusammenfassung . . . . .	157
<b>8</b>	<b>Auswertungen</b>	<b>159</b>
8.1	Allgemeines . . . . .	159
8.2	Auswertung der Modellbetrachtung . . . . .	160
8.2.1	Spezifische Arbeitsumgebung . . . . .	160
8.2.2	Zusammenspiel der Fachgebiete . . . . .	168
8.3	Anwendung in Fachapplikationen . . . . .	175
8.3.1	Allgemeines . . . . .	175
8.3.2	Modelle und Fachapplikationen . . . . .	176
8.3.3	Einstellung der Verzeichnisse . . . . .	179
8.3.4	Konfiguration der Berechtigungen . . . . .	180
8.3.5	Auswirkungen der Konfiguration . . . . .	183
8.3.6	Zusammenfassung der Ergebnisse . . . . .	186
8.4	Neuimplementierung . . . . .	187
8.4.1	Allgemeines . . . . .	187
8.4.2	Implementierungsweg . . . . .	188
8.4.3	Ergebnisse der Implementierung . . . . .	192
8.4.4	Customizing des Systems . . . . .	194
8.4.5	Beurteilung der Ergebnisse . . . . .	196
<b>9</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>201</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>204</b>
<b>A</b>	<b>Modelle</b>	<b>209</b>
<b>B</b>	<b>Modellbeziehungen</b>	<b>247</b>
<b>C</b>	<b>Verzeichnis der Abkürzungen</b>	<b>257</b>



**D Über den Autor**

**261**



# Verzeichnis der Abbildungen

2.1	Rechnungswesen im Bauunternehmen . . . . .	13
2.2	Phasen eines Bauauftrags . . . . .	16
2.3	Leistungsbeschreibung . . . . .	20
3.1	Fachbereiche . . . . .	53
3.2	Grobablauf . . . . .	57
3.3	Phase vor Auftragsausführung . . . . .	67
3.4	Phase Auftragsausführung . . . . .	68
4.1	Auszug aus dem Klassenmodell der Projektstruktur . . . . .	74
4.2	Modul ProjektStruktur und ProjektVerwaltung . . . . .	75
4.3	Datenverwaltung einer Fachapplikation zur Bauauftragsrechnung . . . . .	77
4.4	Auszug aus einem Kostenartenkatalog . . . . .	79
4.5	Projektphasen und Projektversionen . . . . .	80
4.6	Konfigurationsstruktur . . . . .	89
5.1	Ereignis- und Prozeßschrittverknüpfungen . . . . .	104
5.2	Funktionsbaum und EPK . . . . .	106
5.3	Struktur- und Beziehungselemente im eERM . . . . .	108
5.4	Attributzuordnung zu Entitytypen . . . . .	109
5.5	Organigramm in verschiedenen Ebenen . . . . .	110
5.6	Modellelemente im ARIS-Toolset . . . . .	113
8.1	Fachgebietsspezifischer Prozeßablauf vor Auftragsausführung . . . . .	161
8.2	Fachgebietsspezifischer Prozeßablauf Auftragsausführung . . . . .	162
8.3	Beispiel einer spezifischen Arbeitsumgebung . . . . .	167
8.4	Gemeinsamer Prozeßschritt mehrerer Fachgebiete . . . . .	169
8.5	Zusammenspiel Angebotsvorbereitung und Kalkulation . . . . .	170
8.6	Kalkulation und Einkauf - Materialanfrage . . . . .	172
8.7	Kalkulation und Einkauf - Anfrage von NU-Leistungen . . . . .	173
8.8	Konfigurationsvorgang . . . . .	175
8.9	Verzeichnisstruktur auf Datenbankservern . . . . .	180
8.10	Projektorientierter und objektorientierter Ansatz . . . . .	190
A.1	Teilprozeß <i>Projekt verwalten</i> . . . . .	210

A.2	Teilprozeß <i>ProjektStruktur</i> bearbeiten . . . . .	211
A.3	Teilprozeß <i>Projekt-LV</i> bearbeiten . . . . .	212
A.4	Teilprozeß <i>Mengentyp Menge</i> ermitteln . . . . .	213
A.5	Teilprozeß <i>Herstellkosten</i> kalkulieren . . . . .	214
A.6	Teilprozeß <i>Material anfragen</i> und <i>KOA-Katalog</i> bearbeiten . . . . .	215
A.7	Teilprozeß <i>NU-Anfrage durchführen</i> und <i>Preisspiegel</i> bearbeiten . . . . .	216
A.8	Teilprozeß <i>Angebot erzeugen</i> . . . . .	217
A.9	Teilprozesse <i>Auftragskalkulation erzeugen</i> , <i>Auftragskalkulation</i> bearbeiten . . . . .	218
A.10	Teilprozeß <i>Arbeitskalkulation vorbereiten</i> . . . . .	219
A.11	Teilprozeß <i>Projekt-LV konkretisieren</i> . . . . .	220
A.12	Teilprozesse <i>NU-LV aus Projekt-LV erstellen</i> . . . . .	221
A.13	Teilprozesse <i>NU-LV ausschreiben</i> , <i>Preisspiegel</i> bearbeiten, <i>NU-Vergabe vorbereiten</i> . . . . .	222
A.14	Teilprozesse <i>NU-Auftrag vergeben</i> , <i>NU-Nachtrag</i> bearbeiten . . . . .	223
A.15	Teilprozesse <i>Arbeitskalkulation umsetzen</i> . . . . .	224
A.16	Teilprozesse <i>GU-Nachtrag erstellen</i> . . . . .	225
A.17	Teilprozeß <i>GU-Nachtrag kalkulieren</i> . . . . .	226
A.18	Teilprozeß <i>GU-Nachtrag bewerten</i> . . . . .	227
A.19	Teilprozeß <i>REuLE-Mengen</i> bearbeiten . . . . .	228
A.20	Funktionsbaum <i>Modul ProjektVerwaltung</i> . . . . .	229
A.21	Funktionsbaum <i>Modul ProjektStruktur</i> . . . . .	230
A.22	Funktionsbaum <i>Modul ProjektStruktur</i> und <i>Modul Kataloge</i> . . . . .	231
A.23	Funktionsbaum <i>Modul Modul LV-Bearbeitung</i> . . . . .	232
A.24	Funktionsbaum <i>Modul Mengenermittlung</i> und <i>Modul RE/LE-Mengen</i> . . . . .	233
A.25	Funktionsbaum <i>Modul Kalkulation</i> . . . . .	234
A.26	Funktionsbaum <i>Modul Vergabeeinheiten</i> . . . . .	235
A.27	Funktionsbaum <i>Modul Preisspiegel</i> . . . . .	236
A.28	Funktionsbaum <i>Modul Umlage</i> . . . . .	237
A.29	Funktionsbaum <i>Modul VENU-LV-Bearbeitung</i> . . . . .	238
A.30	Entity Relationship Model <i>ProjektVerwaltung</i> , <i>ProjektStruktur</i> . . . . .	239
A.31	Entity Relationship Model <i>Projekt-LV</i> , <i>Kalkulation</i> . . . . .	240
A.32	Entity Relationship Model <i>Vergabeeinheiten</i> , <i>VENU-LV</i> , <i>Preisspiegel</i> . . . . .	241
A.33	Entity Relationship Model <i>RE/LE-Mengen</i> , <i>Mengenermittlung</i> . . . . .	242
A.34	Attributzuordnung <i>ProjektVerwaltung</i> , <i>ProjektStruktur</i> . . . . .	243
A.35	Attributzuordnung <i>Projekt-LV</i> , <i>Kalkulation</i> . . . . .	244
A.36	Organigramm einer Beispielfirma . . . . .	245

# Verzeichnis der Tabellen

2.1	Beispiel einer KOA-Gliederung . . . . .	30
2.2	Beispiel für eine Definition von Hauptkostenarten . . . . .	31
2.3	Beziehungsmöglichkeiten Projekt-LV und NU-LV . . . . .	46
4.1	Projektstruktur in Projektphasen P1-P3 . . . . .	82
4.2	Spaltenaufbau einer Kalkulationstabelle . . . . .	86
4.3	Zugriffsberechtigungen . . . . .	92
5.1	Ereignis- und Prozeßschrittverknüpfungen . . . . .	105
6.1	Elementarfunktionen im <i>Modul ProjektStruktur</i> . . . . .	127
6.2	Elementarfunktionen im <i>Modul LV-Bearbeitung</i> . . . . .	130
8.1	Zugriffsrechte einer Projektstruktur . . . . .	181
B.1	Beziehung Prozeßmodell und Funktionsmodell (1/4) . . . . .	248
B.2	Beziehung Prozeßmodell und Funktionsmodell (2/4) . . . . .	249
B.3	Beziehung Prozeßmodell und Funktionsmodell (3/4) . . . . .	250
B.4	Beziehung Prozeßmodell und Funktionsmodell (4/4) . . . . .	251
B.5	Beziehung Prozeßmodell und Informationsmodell (1/5) . . . . .	252
B.6	Beziehung Prozeßmodell und Informationsmodell (2/5) . . . . .	253
B.7	Beziehung Prozeßmodell und Informationsmodell (3/5) . . . . .	254
B.8	Beziehung Prozeßmodell und Informationsmodell (4/5) . . . . .	255
B.9	Beziehung Prozeßmodell und Informationsmodell (5/5) . . . . .	256



# Kapitel 1

## Einleitung

### 1.1 Ziel der Arbeit

Die Geschäftstätigkeit eines Bauunternehmens ist auf die Ausführung von Bauaufträgen ausgerichtet. Der Gegenstand eines Bauauftrags betrifft Bauleistungen, die ein Bauunternehmen anbietet, durch eigenes Personal ausführt und ggf. durch beauftragte Nachunternehmer ausführen läßt. Mit der Vorbereitung und Ausführung eines Bauauftrags sind in Bauunternehmen Aufgaben zu bearbeiten, die zu verschiedenen Fachdisziplinen gehören. Dabei werden Aufgaben, welche die Kostenermittlung für Bauleistungen betreffen oder diese unterstützen, innerhalb des baubetrieblichen Rechnungswesens der Bauauftragsrechnung zugeordnet.

Den Tätigkeiten zur Durchführung der Bauauftragsrechnung liegen Methoden und Verfahren zugrunde, die auf der Grundlage der Betriebswirtschaftslehre, technischer Vorschriften und baubetrieblicher Regelwerke sowie aus historisch gewachsenen Erfahrungen in Bauunternehmen entstanden sind. Diese Methoden und Verfahren bilden auch die fachliche Grundlage für die Entwicklung von Softwarelösungen zur Unterstützung der Bauauftragsrechnung mit baubetrieblichen Informationssystemen. Dabei erlauben die Fortschritte in der Informationstechnologie komplexe, verallgemeinerbare Verfahren bei gleichzeitiger Reduzierung von Redundanzen durch integrierte Datenstrukturen zu realisieren.

In Baunternehmen sind an der Durchführung der Bauauftragsrechnung in der Regel mehrere Mitarbeiter beteiligt. Für einen Bauauftrag erfolgt die Verteilung diesbezüglicher Aufgaben an die Mitarbeiter nach fachlichen und strukturellen Gesichtspunkten. Während der Bearbeitung der Aufgaben sind durch die Mitarbeiter Tätigkeiten mit fachspezifischen Ausprägungen auszuführen, wobei die Aktivitäten aller Beteiligten am selben Gegenstand, dem Bauauftrag, stattfinden. Dabei kommen verschiedene Aufgaben nebeneinander zur Ausführung und greifen ineinander. Durch diese „Verflechtung“ existieren Stellen, an denen sich die Tätigkeiten gegenseitig beeinflussen, einander bedingen oder aufeinander aufbauen.

Das grundsätzliche Problem, das sich aus der Aufgabenverteilung innerhalb der Bauauftragsrechnung ergibt, besteht in der Koordination und Abstimmung der Tätigkeiten im

Zusammenspiel der beteiligten Mitarbeiter. Für die praktizierte Zusammenarbeit existieren zumeist empirische Regeln mit dem Effekt, daß die Tätigkeiten von den Mitarbeitern weitestgehend unabhängig voneinander, aber auch unkoordiniert ausgeführt werden. Nach diesen Regeln sind Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten der Teilbereiche nur schwierig abzugrenzen, so daß z.B. die Veränderungssicherheit an gemeinsamen Datenbeständen nicht zu gewährleisten ist. Die Folgen des unkoordinierten Vorgehens sind Mehraufwand, Zeit- und Qualitätsverlust.

Auch der Einsatz aktueller Informationssysteme bietet für dieses Problem keine Lösung. Der gegenwärtige Stand der Technik weist Softwarelösungen auf, welche entsprechende Werkzeuge zur Durchführung der Bauauftragsrechnung zur Verfügung stellen, jedoch die koordinierte und abgestimmte Bearbeitung bei verteilten Aufgaben keineswegs sicherstellen. Die Softwarelösungen setzen die Methoden und Verfahren mit integrierten Datenstrukturen sowie die darauf abgestimmten Funktionalitäten um, ohne die Anwendung der Funktionen im netzverteilten Zusammenwirken mehrerer Mitarbeiter mit verschiedenen Aufgaben zu koordinieren. Bedingt durch integrierte Datenstrukturen erfolgen spezifische Tätigkeiten der Mitarbeiter im selben Datenbestand. Daraus ergibt sich eine Vielzahl von Abhängigkeiten und Beeinflussungen, welche die derzeitigen Softwarelösungen nicht oder nur unvollständig berücksichtigen.

Sowohl für die Entwicklung als auch für den Einsatz vorhandener Softwarepakete zur Unterstützung der Bauauftragsrechnung existieren derzeit empirische Beschreibungen der notwendigen Funktionalitäten, die nur begrenzt verallgemeinerbar sind und die Stellen nicht erkennen lassen, an denen Abhängigkeiten und gegenseitige Beeinflussungen vorliegen. Deshalb bedarf es einer wissenschaftlichen Grundlage, welche auf dem erforderlichen methodischen Fundament aufsetzt und die notwendigen Funktionalitäten der Bauauftragsrechnung unabhängig von der Leistungsfähigkeit der Informationssysteme allgemein und verallgemeinerbar im Zusammenhang beschreibt.

In dieser Arbeit wird die Bauauftragsrechnung formal, d.h. nachvollziehbar und überprüfbar so aufbereitet, daß einerseits eine theoretisch fundierte Grundlage für die Umsetzung in ein praxisgerechtes Informationssystem und andererseits die Möglichkeit besteht, vorhandene Systeme im Hinblick auf eine organisationsbedingte Unterstützung der Abläufe anzupassen. Hierzu werden die Prozesse, Informationsdefinitionen, Funktionen sowie eine Organisationsstruktur modelliert und in ihren Modellbeziehungen betrachtet. Der formalen Beschreibung liegen sowohl für den Ablauf der Bauauftragsrechnung maßgebliche Methoden und Verfahren als auch Strukturen im Bauunternehmen zugrunde.

Eine Modellaufbereitung ist auf der Grundlage mathematischer Methoden der Mengenlehre, Relationenalgebra und Graphentheorie möglich. Zur Beschreibung der Bauauftragsrechnung soll eine ebenfalls auf den Regeln der Mathematik basierende Form der Modellierung mit grafischen Elementen zum Einsatz kommen, die eine Darstellung des fachlichen Zusammenhangs unterstützend visualisieren. Die für diese Methodik gewählten Abstraktionen definieren entsprechende Modellelemente. Die Abstraktionsebene dieser Modellelemente ermöglicht Modellbeziehungen zu betrachten, die den fachlichen Zusammenhang zwischen den Tätigkeiten im Ablauf, Mitarbeitern, Informationen und angewendeten Funktionalitäten transparent machen.



Auf der Grundlage der formalen Beschreibung sind verschiedenartige Auswertungen möglich. Mit den Mitteln der Mathematik bestehen Möglichkeiten zur weiteren Formalisierung und Optimierung des modellierten Gegenstands der Bauauftragsrechnung, die in dieser Arbeit nicht betrachtet werden. Die vorliegende Arbeit konzentriert sich auf Auswertungen der Modelle und Modellbeziehungen als rein fachliche Betrachtungen, um das Zusammenwirken der Mitarbeiter mit verteilten Aufgaben im Prozeß der Bauauftragsrechnung zu analysieren.

Aus diesen fachlichen Auswertungen der Modelle sind Anforderungen zur Spezifikation eines Informationssystems abzuleiten, die sich insbesondere bei einer netzverteilten Bearbeitung ergeben. Unter Bezugnahme auf diese Spezifikation bestehen beschränkte Anwendungsmöglichkeiten bei der Konfiguration vorhandener Softwarepakete zur Bauauftragsrechnung im Hinblick auf die Vorgabe benutzerbezogener Berechtigungen auf Daten und Funktionen. Eine vollständige Umsetzung der Anforderungen zur netzverteilten Bearbeitung ist mit Ausblick auf eine Neuimplementierung von Software zu realisieren, für deren Problemanalyse mit der formalen Beschreibung die Grundlage gegeben ist, so daß ein möglicher Entwicklungsweg darauf aufsetzen kann.

## 1.2 Vorgehensweise

Die vorliegende Arbeit gliedert sich in drei Teile.

- **Teil I: *Bauauftragsrechnung***
- **Teil II: *Formale Beschreibung***
- **Teil III: *Auswertungen der Modelle***

### **Teil I: *Bauauftragsrechnung***

Der **Teil I** beinhaltet eine Beschreibung und Erörterung bestehender Ansätze zur Bauauftragsrechnung, wie sie nach dem heutigen Stand der Technik im Bauunternehmen praktiziert wird. Dazu werden die angewendeten Methoden und Verfahren, Strukturen und Abläufe betrachtet, gefolgt von Datendefinitionen und Funktionen der unterstützenden Informationssysteme. Das Ziel dieser Ausführungen ist die Zusammenstellung fachlicher Grundlagen für die formale Aufbereitung der Bauauftragsrechnung, die im **Teil II** der Arbeit folgt. Der **Teil I** gliedert sich in vier Kapitel.

### ***Methoden und Verfahren***

Das Kapitel betrachtet derzeitig praktizierte Methoden und Verfahren, welche den entsprechenden Aufgaben und Tätigkeiten der Bauauftragsrechnung zugrunde liegen und in Softwarelösungen implementiert wurden. Diese Methoden und Verfahren sind in Bauunternehmen unter Berücksichtigung gesetzlicher Vorschriften und eigener Erfahrungen entstanden. Da keine einheitliche, verallgemeinerte Beschreibung der Methoden und Verfahren existiert, besteht die Notwendigkeit, deren aktuellen Stand für eine formale Aufbereitung der Bauauftragsrechnung festzustellen. Dabei werden die Methoden und Verfahren

nicht weiterentwickelt, sondern als Vorgabe für die formale Aufbereitung mit der hierfür notwendigen Detaillierung beschrieben.

Das Kapitel beginnt mit der Einordnung der Bauauftragsrechnung als ein Teilgebiet im baubetrieblichen Rechnungswesen, so daß eine Abgrenzung zu den anderen Disziplinen im Rechnungswesen hervorgeht. Diese Einordnung ergibt zugleich den Ausgangspunkt für den inhaltlichen Rahmen, der mit den Phasen eines Bauauftrags und dessen Unterteilung nach Kalkulationsarten abgesteckt wird. Darauf folgende Betrachtungen zu Struktur und inhaltlichen Definitionen im Leistungsverzeichnis erörtern die methodische Grundlage zur Beschreibung von Bauleistungen, auf welche die Verfahren zur Kostenermittlung und Kalkulation aufsetzen. Die Klassifizierung von Kosten und Definitionen zur Kostenart sind Ausgangspunkt für die anschließend präzisierten Kalkulationsverfahren, die in heutigen Softwarelösungen zur Unterstützung der Bauauftragsrechnung realisiert sind. Wenn ein Bauunternehmen zur Erbringung von Bauleistungen Nachunternehmer beauftragt, ergeben die vertraglichen Sichten eine Doppelrolle des Bauunternehmens als Auftragnehmer und Auftraggeber. Die Betrachtung dazu notwendiger Methoden zur zweiseitigen Abbildung von Bauleistungen beschließen das Kapitel, das die theoretische Basis für die nachfolgenden Kapitel bildet.

### ***Strukturen und Ablauf***

Die Bearbeitung der Bauauftragsrechnung verteilt sich in der Regel auf mehrere Mitarbeiter, die in der Organisationsstruktur des Unternehmens zu unterschiedlichen Fachbereichen gehören und dabei spezifische Tätigkeiten ihrer Fachdisziplinen ausführen. Die Art der Aufgaben und die Aufgabenverteilung an verschiedene Mitarbeiter führt dazu, daß die einzelnen Tätigkeiten zur Bearbeitung der Bauauftragsrechnung zeitweilig nebeneinander, aber auch zeitlich gestaffelt ausgeführt werden. Die dabei bestehenden Abhängigkeiten und Beeinflussungen zu erkennen, erfordert, einen Ablauf der Bauauftragsrechnung in Verbindung mit den fachlichen und organisatorischen Strukturen im Bauunternehmen zu betrachten. Der Ablauf zur Bearbeitung eines Bauauftrags wird durch Schrittfolgen fachspezifischer Vorgänge geprägt, die auf der Anwendung der erörterten Methoden und Verfahren und auf gewachsenen Erfahrungen in Bauunternehmen beruhen.

Dieses Kapitel nimmt zunächst Bezug auf die Aufbauorganisation im Unternehmen, insbesondere auf die Gruppierung nach Fachbereichen, die eine Grundlage für die formale Beschreibung einer Organisationsstruktur im **Teil II** dieser Arbeit sind. Um die fachspezifische Seite der Bauauftragsrechnung unabhängig von der organisatorischen Seite der Strukturen in Bauunternehmen betrachten zu können, werden die beteiligten Fachgebiete mit ihren typischen Aufgaben vorgestellt. Die Tätigkeiten zur Bearbeitung dieser Aufgaben, in denen sich die o.g. Methoden und Verfahren widerspiegeln, sind im Bauunternehmen empirisch gewachsen, so daß keine allgemeine Vorgaben existieren. Eine getrennte Betrachtung der Fachgebiete ermöglicht, einen fachgebietspezifischen Bezug im Ablauf der Bauauftragsrechnung in der formalen Beschreibung herzustellen.

Nach der Erörterung baubetrieblicher Strukturen wird in diesem Kapitel ein Grob Ablauf zur Abwicklung eines Bauauftrags betrachtet, welcher aus den Phasen „*vor Auftragsausführung*“ und „*Auftragsausführung*“ sowie deren Untergliederung in weitere Unterpha-

sen besteht. Innerhalb der Unterphasen sind durch die Zusammenfassung fachspezifischer Tätigkeiten entsprechende Vorgänge zu bestimmen, deren Schrittfolge einen Ablauf zur Bauauftragsrechnung beschreibt. Aus der grafischen Aufbereitung dieses Ablaufs geht ein Vorgangsmodell hervor, dessen Detaillierung ein Zusammenspiel bei verteilten Aufgaben zur Bearbeitung der Bauauftragsrechnung nicht präzise darstellen kann, aber als Grundlage für ein Prozeßmodell im **Teil II** dieser Arbeit benötigt wird.

### ***Informationssysteme***

Eine Feststellung des Gegenstands der Bauauftragsrechnung erfordert, die unterstützenden IT-Systeme in die bisherigen Betrachtungen einzubeziehen. In diesem Kapitel werden Strukturen und Funktionalitäten der Systeme zur Bauauftragsrechnung erörtert, um einerseits die funktionalen Anforderungen an die Systeme als Grundlage für eine formale Aufbereitung zu benennen und andererseits den aktuellen Stand der Technik zu bewerten. Den Ausgangspunkt bilden Betrachtungen zur bisherigen Entwicklung und zu daraus resultierenden Eigenschaften derzeitiger Softwarelösungen. Da die Systeme zur Bauauftragsrechnung in der Regel aus Funktionsmodulen bestehen, gehen aus den betrachteten Datenstrukturen und Funktionen dieser Module wesentliche Eigenschaften für eine Aufbereitung der Informations- und Funktionsmodelle der formalen Beschreibung hervor. Eine Koordination und Abstimmung bei netzverteilter Bearbeitung der Aufgaben zur Bauauftragsrechnung erfordert, die Systeme zum Einsatz anwenderspezifisch zu konfigurieren. Hierzu werden die Möglichkeiten zum Customizing im heutigen Stand der Technik erörtert. Eine abschließende Diskussion analysiert die in den Informationssystemen derzeit vorhanden Ansätze. Im Hinblick auf das netzverteilte Arbeiten werden fehlende Organisations- und Ablaufunterstützung sowie eingeschränkte Konfigurationsmöglichkeiten konstatiert. Die Ursachen hierfür sind auf die Grundlagen zur Entwicklung der Systeme zurückzuführen. Aufgrund hoher Komplexität im Prozeß der Bauauftragsrechnung sind konventionelle Beschreibungen als Grundlage für eine Entwicklung der Informationssysteme nicht hinreichend.

### **Teil II: Formale Beschreibung**

Als Konsequenz folgt eine Beschreibung der Bauauftragsrechnung entsprechend ihres im **Teil I** betrachteten Gegenstands. Da diese Beschreibung auf Regeln zur Formalisierung beruht, soll hierfür der Begriff „formale Beschreibung“ verwendet werden. Voraussetzung für eine formale Aufbereitung ist eine methodische Grundlage, welche den Anforderungen an die fachliche und wissenschaftliche Zielstellung dieser Arbeit gerecht wird. Der **Teil II** gliedert sich in zwei Kapitel.

### ***Methodik***

Für eine formale Beschreibung der Bauauftragsrechnung besteht der Anspruch, daß die Methodik ein geeignetes Instrumentarium zur Modellierung der fachlichen Problematik zur Verfügung stellt, welches Nachvollziehbarkeit und Prüffähigkeit gewährleistet. Durch eine Modellbetrachtung der Vorgänge zur Bauauftragsrechnung sollen konkrete Erkenntnisse über das Zusammenwirken bei netzverteilter Bearbeitung der Aufgaben gewonnen

werden. Dabei ist der Zusammenhang zwischen fachspezifischen Tätigkeiten im Ablauf, ausführenden Mitarbeitern, bearbeiteten Informationen und verwendeten Funktionen als Ganzes zu modellieren. Um diese Anforderung zu erfüllen, werden zur Vorgabe einer Modellierungsmethode die nachfolgend betrachteten Abstraktionen gewählt.

Im Ablauf der Bauauftragsrechnung werden fachspezifische Tätigkeiten durch Prozeßschritte in einem Prozeßmodell abstrahiert. Da im Informationssystem Funktionalitäten zur Unterstützung der Tätigkeiten angewendet werden, ist ein Funktionsmodell für alle benötigten Funktionen aufzustellen. Durch die Anwendung von Funktionen werden während der Tätigkeiten Informationsobjekte bearbeitet, z.B. neu angelegt, inhaltlich geändert oder gelöscht. Diese Informationsobjekte sind durch Informationsdefinitionen in einem Informationsmodell zu beschreiben, welches auch die Abhängigkeiten zwischen Informationsobjekten abbildet. Die Aufgabenverteilung an verschiedene Mitarbeiter führt zur fachspezifischen Ausprägung der Tätigkeiten. Beteiligte Mitarbeiter haben neben ihrer Eingliederung als Organisationseinheiten innerhalb der Organisationsstruktur des Unternehmens auch eine Zuordnung zu entsprechenden Fachgebieten. Die fachspezifische Ausrichtung der Mitarbeiter in der Organisationsstruktur ist durch ein Organisationsmodell formal zu beschreiben.

Um den Zusammenhang zwischen den o.g. Modellarten innerhalb der formalen Beschreibung herstellen zu können, ist der Detaillierungsgrad der gewählten Abstraktionen entscheidend. In der Modellierungsmethode sollen nur Detaillierungsebenen der Modellelemente zur Anwendung kommen, welche eine Aufbereitung von Modellbeziehungen ermöglichen. Aufgrund dieser Detaillierung der Modellelemente, wie z.B. Prozeßschritte, Funktionen und Organisationseinheiten, sind Modellbeziehungen durch die Bildung von Relationen herzustellen. In Auswertung der Relationen kann der o.g. Zusammenhang zwischen den Modellelementen analysiert werden.

Dieses Kapitel beschreibt eine geeignete Modellierungsmethode, welche die Erstellung der Modellarten Prozeßmodell, Funktionsmodell, Informationsmodell und Organisationsmodell vorsieht. Die anschließende Aufbereitung von Modellbeziehungen des Prozeßmodells zum Funktionsmodell, Informationsmodell und Organisationsmodell basiert auf Relationen zwischen den Modellelementen. In diesen „bilateralen“ Modellbeziehungen steht das Prozeßmodell im Zentrum der Betrachtungen und entspricht einer „Steuerungssicht“, so daß aus den Relationen zu Prozeßschritten auch der Zusammenhang zwischen Funktionen, Informationsobjekten und Organisationseinheiten erkennbar wird. Aus den methodischen Vorgaben resultiert die Wahl eines unterstützenden Modellierungswerkzeugs, so daß die Voraussetzungen für eine Anwendung der Methodik gegeben sind.

### ***Anwendung der Methodik***

Unter Anwendung der zuvor festgelegten Modellierungsmethode erfolgt die formale Aufbereitung der Modelle, die in diesem Kapitel entwickelt und auszugsweise beschrieben werden. Im Prozeßmodell werden die im Kapitel *Strukturen und Ablauf* betrachteten Vorgänge als Teilprozesse mit Prozeßschritten und Ereignissen als „Ereignisgesteuerte Prozeßkette“ (EPK) präzisiert. Die aufbereitete Prozeßkette stellt einen Ablauf zur Bauauftragsrechnung für einen Bauauftrag eines Generalunternehmers (GU) dar. Da in diesem Ablauf

neben der Auftragsbearbeitung von Eigenleistungen auch die der Fremdleistungen modelliert wird, beschreibt das Prozeßmodell der Bauauftragsrechnung sowohl GU-seitige als auch NU-seitige Vorgänge. Das Kapitel erörtert aus dem umfangreichen Gesamtprozeß einen Auszug repräsentativer Teilprozesse. Die vollständige Abbildung des aufbereiteten Prozeßmodells befindet sich im Anhang dieser Arbeit. Da das Prozeßmodell die Vorgänge vom Grundsatz definiert, ist es Ausgangspunkt aller weiteren Modellaufbereitungen in der formalen Beschreibung.

Bei der Ausführung von Tätigkeiten, die im Prozeßmodell den abgebildeten Prozeßschritten entsprechen, kommen im Informationssystem Funktionalitäten zur Anwendung. Deshalb schließen sich dem Prozeßmodell formale Funktionsdefinitionen durch eine Aufbereitung entsprechender Funktionsbäume an. Diese Funktionsbäume enthalten hierarchische Funktionsstrukturen, welche die Funktionalitäten eines Systems auf den Ebenen Modul, Funktion und Elementarfunktion vorgeben. Dieses Kapitel beschreibt ausgewählte, repräsentative Funktionsbäume aus dem im Anhang befindlichen vollständigen Funktionsmodell, deren Funktionen mit den Prozeßschritten der zuvor beschriebenen Teilprozesse in Beziehung stehen.

Das als Entity Relationship Model (ERM) aufbereitete Informationsmodell bildet wesentliche Informationsdefinitionen zur Bauauftragsrechnung ab. Dabei erfolgt eine fachliche Präzisierung der Entitytypen durch Attributdefinitionen. Die Relationen zwischen den Entitytypen, welche z.B. existenzielle Abhängigkeiten zwischen Informationsobjekten zum Ausdruck bringen, werden im ERM durch entsprechende Beziehungselemente gemäß der methodischen Vorgaben modelliert.

Das Organisationsmodell bildet als Organigramm eine mögliche Organisationsstruktur eines Bauunternehmens ab. Die hierarchische Strukturierung erfolgt nach Organisationseinheiten auf entsprechenden Hierarchieebenen, auf denen Stellen für Mitarbeiter entsprechende Zuordnungen zu Fachgebieten bzw. Fachbereichen haben.

Die Vorgehensweise, zunächst die einzelnen Modellarten aufzubereiten, zerlegt den komplexen Zusammenhang, der zwischen Prozeßschritten, Funktionen, Informationsdefinitionen und Organisationseinheiten zu modellieren ist, in überschaubare Einzelsichten. Entsprechend der festgelegten Methodik schließt sich die Aufbereitung von Modellbeziehungen an, die auf den Relationen zwischen Prozeßschritten und Funktionen, Prozeßschritten und Entitytypen sowie Prozeßschritten und Organisationseinheiten beruhen.

### **Teil III: *Auswertung der Modelle***

Auf der Grundlage der im **Teil II** aufbereiteten Modelle und Modellbeziehungen betrachtet der **Teil III** zunächst Auswertungsmöglichkeiten, die sich als formale Aussagen aus der Modellbetrachtung ableiten. Die sich anschließenden fachlichen Auswertungen sind sowohl zur Anpassung vorhandener Fachapplikationen als auch für Neuimplementierungen zu verwenden. Der **Teil III** gliedert sich in zwei Kapitel.

#### ***Auswertungsmöglichkeiten***

Möglichkeiten zur Auswertung der Modelle und Modellbeziehungen bestehen u.a. durch Anwendung mathematischer Methoden, z.B. um den formal beschriebenen Gegenstand der Bauauftragsrechnung zu optimieren. Da diese Arbeit keine Optimierung zum Ziel hat,

konzentrieren sich die Auswertungen auf eine rein fachliche Interpretation der formalen Beschreibung, um den komplexen Zusammenhang im Prozeß der Bauauftragsrechnung zu analysieren. Um den theoretischen Hintergrund möglicher Auswertungen vorzubereiten, betrachtet dieses Kapitel zunächst die Modelle und Modellbeziehungen im Hinblick auf ihren formalen Aussagegehalt. Da nicht alle formalen Aussagen in einem System sinnvoll anzuwenden sind, werden die Möglichkeiten zur Auswertung fachlich interpretiert und bezüglich ihrer Verwertbarkeit diskutiert. Dabei wird kein Bezug auf eine konkrete Modellsituation genommen, so daß die abgeleiteten Auswertungsmöglichkeiten auf einer neutralen Ebene stehen, von der aus verschiedenartige Auswertungen folgen.

### ***Auswertungen***

Dieses Kapitel nimmt die Auswertungsmöglichkeiten als Ausgangspunkt für konkrete Auswertungen auf der Grundlage der formalen Beschreibung. In der Modellbeziehung des Prozeßmodells und Organisationsmodells kommt der Zusammenhang zwischen dem Ablauf der Bauauftragsrechnung und der Organisationsstruktur im Bauunternehmen zum Ausdruck. Aus der Zuordnung der Fachgebiete zu Prozeßschritten sind fachgebietsbezogene Prozeßabläufe auszuwerten, welche die Grundlage spezifischer Arbeitsumgebungen sind. In diesem Kapitel werden zunächst diese fachgebietsbezogenen Prozeßabläufe aufbereitet und anschließend spezifische Arbeitsumgebungen erörtert. In den spezifischen Arbeitsumgebungen führt das Zusammenspiel der Fachgebiete zu einer Vernetzung der Abläufe. Aus der Betrachtung der Prozeßschritte und ihrer Zuordnungen zu Entitytypen und Funktionen werden gemeinsame Prozeßschritte und Prozeßübergänge zwischen den Fachgebieten untersucht, um daraus funktionale Anforderungen an eine Systemlösung zur Bauauftragsrechnung abzuleiten. Deshalb greift dieses Kapitel typische Situationen aus dem Prozeßablauf auf, aus denen funktionale Mechanismen zur Koordination im Zusammenspiel der Fachgebiete hervor gehen.

Diese Anforderungen sind Vorgabe und Maßstab einerseits für eine Anpassung vorhandener Systeme und andererseits im Ausblick auf eine Neuimplementierung von Softwarelösungen. Für eine Konfiguration vorhandener Software besteht das Ziel, spezifische Arbeitsumgebungen für Fachgebiete zu konfigurieren, die ein netzverteiltes Arbeiten unterstützen. Da sich eine Konfiguration spezifischer Arbeitsumgebungen nach dem heutigen Stand der Technik auf eine Vergabe von Berechtigungen auf Informationstypen und deren Bearbeitungsfunktionen beschränkt, werden in diesem Kapitel die Grenzen einer Umsetzung in vorhandenen Systemen deutlich. Aus dieser Betrachtung geht hervor, daß die aus der formalen Beschreibung an eine Systemlösung abgeleiteten Anforderungen nur mit der Entwicklung neuer Systeme vollständig umsetzbar sind. Deshalb stellt dieses Kapitel einen möglichen Entwicklungsweg für eine Neuimplementierung vor und betrachtet anschließend ein derartiges System in seiner Struktur und seinen weitergehenden Konfigurationsmöglichkeiten.

**Teil I**

**Baufauftragsrechnung**





# Kapitel 2

## Methoden und Verfahren

### 2.1 Allgemeines

In Bauunternehmen ist die Bearbeitung der Bauauftragsrechnung ein komplexer Vorgang, der sowohl fachliche als auch baubetrieblich, organisatorische Aspekte in sich vereinigt. Der **Teil I** dieser Arbeit hat zum Ziel, diesen komplexen Gegenstand gemäß dem aktuellen Stand der Technik in den notwendigen Bestandteilen, die für eine formale Aufbereitung wesentlich sind, zu beschreiben. Die nachfolgenden Betrachtungen konzentrieren sich nur auf bestehende Ansätze, wie sie in Softwarelösungen implementiert sind und im Bauunternehmen derzeit praktiziert werden. Da keine einheitliche und allgemeine Grundlage für eine formale Aufbereitung der Bauauftragsrechnung bekannt ist, werden diese Ansätze im **Teil I** zunächst zusammengestellt und erörtert, aber nicht weiterentwickelt. Der in diesem Teil betrachtete Gegenstand dient als fachliche Basis für die formale Beschreibung der Bauauftragsrechnung, die sich im **Teil II** der Arbeit anschließt.

Zur Bearbeitung der Bauauftragsrechnung kommen in Bauunternehmen Methoden und Verfahren zur Anwendung. Dabei werden firmenindividuell ähnliche Vorgehensweisen und Regeln praktiziert, die auf empirischen Grundlagen beruhen. Die Verfahren sind durch eine Vielzahl von Bestimmungen und Regelwerken geprägt, die zumeist den äußeren Rahmen, z.B. im vertraglichen Umgang zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer, vorgeben. Eine einheitliche, verallgemeinerte Beschreibung von Methoden und Verfahren steht für Bauunternehmen nicht zur Verfügung. Deshalb betrachtet dieses Kapitel der Bauauftragsrechnung zugrunde liegende Methoden und Verfahren, welche als Basis für die Funktionalitäten der Informationssysteme projektbezogen entwickelt wurden und im heutigen Stand von Softwarepaketen implementiert sind.

Das Rechnungswesen im Baubetrieb besteht aus verschiedenen Fachdisziplinen, was zunächst die Einordnung der Bauauftragsrechnung erfordert. Diese Einordnung grenzt zugleich das zu betrachtende fachliche Umfeld ab. Der nachfolgende Abschnitt hat neben der fachlichen Einordnung zum Ziel, einen Ausgangspunkt für inhaltliche Betrachtungen zu setzen. Diesen Ausgangspunkt bilden die Phasen einer Projektbearbeitung, die ein Bauauftrag durchläuft, wobei sich innerhalb der Phasen die Unterteilung in Kalkulationsarten ergibt. Die Erörterung der Kalkulationsarten steckt den notwendigen Rahmen

für die weitere Betrachtung der Methoden und Verfahren zur Bauauftragsrechnung ab. Da sich ein Bauauftrag auf Bauleistungen bezieht, steht das Leistungsverzeichnis als methodische Grundlage zur Beschreibung der Bauleistungen im Vordergrund der Betrachtungen. Strukturen und Informationsdefinitionen zum Leistungsverzeichnis liegen auch entsprechenden Funktionalitäten im Informationssystem zugrunde. Während der Bauauftragsrechnung setzen die Verfahren zur Kalkulation auf das Leistungsverzeichnis auf. Mit der Zielstellung, die Kosten für Bauleistungen zu ermitteln, spielen die Verfahren zur Kalkulation eine wesentliche Rolle für die Bauauftragsrechnung und kommen in allen Kalkulationsarten im Ablauf der Bearbeitung zur Anwendung. Ausgangspunkt der Kalkulationsverfahren sind die Definitionen zum Kostenbegriff sowie zur Kostenart. Die betrachteten Kalkulationsverfahren sind Grundlage entsprechender Funktionalitäten zur Kalkulation im Informationssystem. Für ein Bauunternehmen, das zur Erbringung von Bauleistungen Nachunternehmer beauftragt, besteht die Anforderung, die vertraglichen Sichten auf die Bauleistungen einerseits zum Auftraggeber und andererseits zu Nachunternehmern abzubilden. Für diese zweiseitige Abbildung von Bauleistungen werden Methoden betrachtet, die diese vertraglichen Sichten gegenüberstellen und ggf. einen Informationsaustausch ermöglichen. Diese Methoden kommen in Informationssystemen zur Anwendung und sind für die formale Aufbereitung der Bauauftragsrechnung von Bedeutung.

## 2.2 Fachliche Einordnung

### 2.2.1 Stellung im Rechnungswesen

Die Bearbeitung eines Bauauftrags ist sowohl durch fachliche als auch organisatorische Aspekte geprägt. Der vorliegende Abschnitt hat zum Ziel, die Stellung der Bauauftragsrechnung im Rechnungswesen anhand dieser Aspekte zu erörtern. Um den Rahmen für weitere inhaltliche Betrachtungen vorzugeben, soll die Aufgabe des Rechnungswesens als Ausgangspunkt dienen. Das Rechnungswesen hat zur Aufgabe, alle in Zahlen ausdrückbaren Tatbestände und Vorgänge wert- und mengenmäßig zu erfassen, zu verarbeiten und auszuwerten. Die Unterscheidung nach unternehmensexternen und -internen Aufgaben führt zur Verzweigung in die Bereiche Unternehmensrechnung sowie Kosten- und Leistungsrechnung [KLR Bau 1995, S.13].

**Unternehmensrechnung:** Die Unternehmensrechnung entspricht der gesetzlich vorgeschriebenen Finanzbuchführung, welche die zwischen dem Unternehmen und Dritten ablaufenden Geschäftsvorfälle erfaßt und nach entsprechenden Regeln dokumentiert. Diese Aufgabe bezieht sich auf die Gesamtheit aller Geschäftsvorfälle, die beim Betreiben eines Bauunternehmens anfallen. Darin sind auch Geschäftsvorfälle enthalten, die während der Durchführung eines Bauauftrags eintreten, wie z.B. die Buchungen der Eingangsrechnungen der Baustelle bzw. der zum Auftraggeber fakturierten Rechnungen. Bei derartigen Geschäftsvorfällen existieren Querverbindungen zu anderen Bereichen des Rechnungswesens. Da für die Unternehmensrechnung in der Praxis zumeist eigenständige Informati-

onssysteme zum Einsatz kommen, wird der notwendige Datenaustausch zu den Systemen anderer Bereiche entweder manuell oder über Schnittstellen praktiziert. Zwischen den Systemen der Unternehmensrechnung und der in dieser Arbeit zu betrachtenden Bauauftragsrechnung besteht in der Regel keine Integration. Deshalb soll auf eine weitere strukturelle Untergliederung und Präzisierung der Unternehmensrechnung verzichtet werden. Dennoch gehen aus den Querverbindungen zwischen den Bereichen im Rechnungswesen Aspekte für die Integration der Informationssysteme hervor, deren Untersuchung möglicher Gegenstand weiterführender Betrachtungen sein kann.

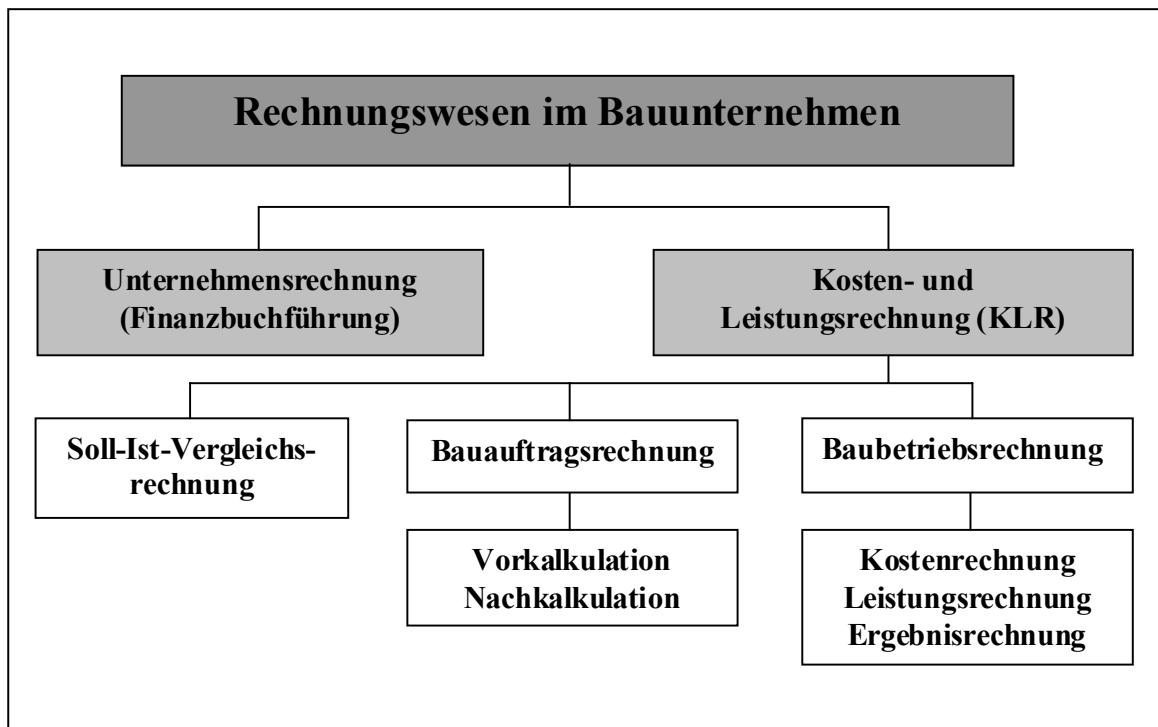


Abbildung 2.1: Rechnungswesen im Bauunternehmen

Die Abbildung 2.1 zeigt eine Struktur des Rechnungswesens in Bauunternehmen. In dieser Struktur ist die Bauauftragsrechnung Teilbereich der Kosten- und Leistungsrechnung (KLR).

**Kosten- und Leistungsrechnung (KLR):** Die Aufgabe der Kosten- und Leistungsrechnung besteht in der Ermittlung und zweckgerichteten Aufbereitung der im Bauunternehmen zu planenden und anfallenden Kosten und Leistungen. Somit beinhaltet die KLR Vorgänge und Tätigkeiten zur zahlenmäßigen Erfassung und Auswertung der Produktionstätigkeit, die im Bauunternehmen dem Erbringen von Bauleistungen entspricht. Die Aufgabenteilung innerhalb der KLR führt zur Untergliederung in die dargestellten Teilbereiche Bauauftragsrechnung, Baubetriebsrechnung und Soll-Ist-Vergleichsrechnung. Diese Teilbereiche stehen in Beziehung sowohl zueinander als auch zur Unternehmensrechnung [KLR Bau 1995, S.14].

**Bauauftragsrechnung:** Innerhalb der KLR besteht die Aufgabe der Bauauftragsrechnung darin, die Kosten für Bauleistungen eines Bauauftrags vor, während und nach der Leistungserstellung zu ermitteln. Die Kostenermittlung umfaßt alle Kosten der für die Erstellung der Bauleistungen benötigten bzw. verwendeten Dienstleistungen und Güter in Menge und Wert. Diese Aufgabe teilt sich über den Ablauf zur Abwicklung eines Bauauftrags in eine Kostenermittlung zur Bestimmung des Angebotspreises sowie nach Auftragserteilung zur Kostenvorgabe (Sollkosten) entsprechend der Arbeitsvorbereitung und des Bauablaufs [KLR Bau 1995, S.32].

Grundlage für die Durchführung der Bauauftragsrechnung ist in der Regel ein in Positionen gegliedertes Leistungsverzeichnis (LV). Für die im LV mit Texten und Mengen beschriebenen Teilleistungen werden Kosten und Preise ermittelt, die vor der Auftragserteilung zur Abgabe eines Angebots dienen. Die Ermittlung der Kosten während der Bauausführung dient der verursachungsgerechten, differenzierten Kostendarstellung (Sollkosten) bezogen auf die per Bauende zu erbringende und bereits erbrachte Teilleistung im LV des Bauauftrags. Die Sollkostenvorgabe in der Bauauftragsrechnung ergibt auf der Ebene der jeweiligen Teilleistung Kostenaussagen zur Steuerung der Bauausführung, ohne daß Kosteninformationen aus der Baubetriebsrechnung vorliegen müssen. Diese Kostenbetrachtung ist von Bedeutung, da die Verursachung von Kosten während Bauausführung in der Praxis nicht zeitgleich zu deren Buchung und Auswertung erfolgt und somit Aussagen über tatsächliche Kosten in der Regel zeitlich verzögert zur Verfügung stehen. Auf der Grundlage ermittelter Sollkosten sind in der Bauauftragsrechnung Auswertungen zum aktuellen Leistungsstand oder zur per Bauende zu erwartenden Bauleistung möglich.

**Baubetriebsrechnung:** Während sich die Bauauftragsrechnung auf Kostenvorgaben für beschriebene Bauleistungen konzentriert, dient die Baubetriebsrechnung der zweckgerichteten Aufbereitung aller im Bauunternehmen tatsächlich entstandenen Kosten sowie deren Gegenüberstellung zu den erbrachten Leistungen. Die Aufgabe der Baubetriebsrechnung sind stellenbezogene, bereichsbezogene sowie gesamtbetriebliche Ermittlungen der Kostenrechnung, Leistungsrechnung und Ergebnisrechnung [KLR Bau 1995, S.71ff].

Da die Aufbereitung der tatsächlichen Kosten und Leistungen auf der Grundlage der Finanzbuchführung erfolgt, besteht eine direkte Beziehung zum externen Rechnungswesen. Das Zusammenspiel zwischen der Baubetriebsrechnung und Unternehmensrechnung spiegelt sich in den Informationssystemen wieder, die in der Regel integriert oder zumindest aufeinander abgestimmt sind. Die Buchungsdaten der Finanzbuchführung werden im Informationssystem zur Baubetriebsrechnung in die Kostenrechnung sowie in die Leistungsrechnung überführt und nach unterschiedlichen Kriterien, z.B Kostenstellen, ausgewertet. In der Ergebnisrechnung erfolgt eine Gegenüberstellung ausgewerteter Kosten und Leistungen.

Infolge der unterschiedlichen Aufgaben der Bauauftragsrechnung und der Baubetriebsrechnung ergibt sich während der Bearbeitung kein unmittelbares Zusammenspiel zwischen den beiden Fachdisziplinen, da der jeweiligen Ermittlung von Kosten und Leistungen unterschiedliche Methoden und Quellen zugrunde liegen. Die Informationssysteme, die in beiden Fachdisziplinen zum Einsatz kommen, stellen nur die Informationen der jeweiligen

Seite bereit, greifen jedoch nicht direkt ineinander, so daß die Baubetriebsrechnung kein Schwerpunkt weiterer Betrachtungen in dieser Arbeit sein soll.

**Soll-Ist-Vergleichsrechnung:** Im Ergebnis der Bauauftragsrechnung liegen ermittelte Sollkosten vor, welche sich den aufbereiteten Istkosten aus der stellenbezogenen Kostenrechnung gegenüberstellen lassen. Diese Gegenüberstellung muß auf der Grundlage abgestimmter Ordnungssysteme zur Kostengliederung basieren und ist fachlicher Schwerpunkt der Soll-Ist-Vergleichsrechnung. Als Bereich der KLR stellt die Soll-Ist-Vergleichsrechnung neben Kosten auch Stunden, Mengen und ggf. Termine gegenüber. Im Informationssystem nimmt die Soll-Ist-Vergleichsrechnung somit eine Zwischenstellung innerhalb der KLR ein, da sowohl Daten der Bauauftragsrechnung als auch der Baubetriebsrechnung einbezogen sind. Für die formale Beschreibung der Bauauftragsrechnung soll dabei nur die Aufbereitung von Sollkosten und Sollstunden, die sich aus der Kostenermittlung ableiten, von Interesse sein.

### 2.2.2 Phasen eines Bauauftrags

Im vorliegenden Abschnitt besteht das Ziel, den inhaltlichen Gegenstand der Bauauftragsrechnung für die weitere Spezifizierung im **Teil I** dieser Arbeit vorzugeben.

**Bauvertrag:** Beim Auftrag handelt es sich um einen Begriff des bürgerlichen Rechts für einen Vertrag. Da in den nachfolgenden Ausführungen der Begriff „Bauftrag“ weitere Verwendung findet, soll zunächst auf Regelwerke zum „Bauvertrag“ verwiesen werden, der die vertragliche Grundlage eines Bauauftrags bildet. Das Bürgerliche Gesetzbuch (BGB) definiert einen Bauvertrag als Werkvertrag, auf den die Bestimmungen des sog. „Werkvertragsrechts“ Anwendung finden, da er die Herstellung eines Werkes zum Gegenstand hat [§§ 631 BGB]. Weitere Regelungen zum Werkvertrag ergeben sich in aus dem BGB [§§ 632 bis §§ 651 BGB] und der Verdingungsordnung für Bauleistungen [§ 1 bis § 18 VOB/Teil B].

**Phasen und Vorgänge:** Aus der Aufgabe, die Kosten für einen Bauauftrag vor, während und nach der Leistungserstellung zu ermitteln, folgen die Zeitabschnitte *vor Auftragsausführung* und *Auftragsausführung*, die als Phasen eines Bauauftrags zu unterscheiden sind. Innerhalb der Zeitabschnitte werden Vorgänge bzw. Unterphasen zur Auftragsabwicklung durchlaufen, wie z.B. die Erstellung des Angebots, die Vertragsverhandlung, die Arbeitsvorbereitung sowie die Erstellung der Bauleistung. Die Vorgänge enthalten fachspezifische Tätigkeiten, die in der Regel von Mitarbeitern verschiedener Struktureinheiten des Unternehmens ausgeführt werden. Da diese Tätigkeiten die Kostenermittlung unterstützen, bearbeiten oder deren Stand zur Leistungserstellung auswerten bzw. verwenden, ergibt sich im Ablauf der Vorgänge ein dynamisches Zusammenspiel aller beteiligten Mitarbeiter, das einen wesentlichen zu untersuchenden Aspekt für die Bauauftragsrechnung darstellt.

Der Kostenermittlung liegen während der Bauauftragsrechnung Verfahren zur Kostenschätzung und Kalkulation zugrunde. Abhängig vom Stand der Auftragsbearbeitung sind für die Kalkulation verschiedene Kalkulationsarten zu unterscheiden, in deren Verlauf eine Fortschreibung des Kalkulationsstands erfolgt. Die Abbildung 2.2 zeigt die Phasen eines Bauauftrags und deren Unterteilung in Vorgänge sowie zugeordnete Kalkulationsarten, die in ihrer Gesamtheit den fachlichen Inhalt und Ablauf der Bauauftragsrechnung prägen [Drees/Bahner 1996, S.19]. Die Tätigkeiten zur Kalkulation werden im Informationssystem zur Bauauftragsrechnung durch implementierte Kalkulationsverfahren unterstützt, deren Betrachtung im Abschnitt 2.4, „Kalkulationsverfahren“ als Grundlage für Funktionen und Informationsdefinitionen der formalen Beschreibung erfolgt.

vor Auftragsausführung		Auftragsausführung		
Erstellung des Angebots		Vertragsverhandlung	Arbeitsvorbereitung	Erstellung der Bauleistung
<b>Vorkalkulation</b>				<b>Nachkalkulation</b>
Kostenschätzung	Angebotskalkulation	Auftragskalkulation	Arbeitskalkulation	Kennzahlenermittlung
			Nachtragskalkulation	

Abbildung 2.2: Phasen eines Bauauftrags

**Kostenschätzung:** Im Bauunternehmen werden zur Ermittlung von Kosten neben Kalkulationsverfahren auch Verfahren zur Kostenschätzung praktiziert. Diese Verfahren kommen in der Regel im Vorfeld einer Angebotskalkulation zur Anwendung und dienen ggf. zur Plausibilitätsprüfung für kalkulierte Kosten. In Informationssystemen zur Bauauftragsrechnung sind Werkzeuge zur Kostenschätzung zumeist kein funktionaler Schwerpunkt, so daß auf die weitere Betrachtung diesbezüglicher Verfahren verzichtet wird.

**Kalkulationsarten:** Die abgebildeten Arten der Kalkulation werden innerhalb der Vorgänge (Unterphasen) im Ablauf einer Auftragsbearbeitung ausgeführt, so daß für die Funktionalitäten im Informationssystem ebenfalls ein Bezug auf diesen Ablauf besteht und die Kalkulationsarten für die Gestaltung dieser Funktionalitäten von wesentlicher Bedeutung sind. Deshalb ist eine Betrachtung der Kalkulationsarten Grundlage und zwingende Voraussetzung für eine formale Aufbereitung der Bauauftragsrechnung. Die weiteren

Ausführungen zu Kalkulationsarten konzentrieren sich daher auf die mit Informationssystemen zu unterstützenden Sachverhalte.

Im Ablauf der Bauauftragsrechnung sind die *Vorkalkulation*, d.h. die Ermittlung der bei der Erstellung eines Bauwerks zu erwartenden Kosten, und die *Nachkalkulation*, d.h. die Ermittlung der tatsächlich entstandenen Kosten zu unterscheiden. Die Vorkalkulation faßt als Oberbegriff alle Arten der Kalkulation vor und während der Auftragsausführung zusammen. Sie besteht aus der Angebotskalkulation, Auftragskalkulation, Arbeitskalkulation und Nachtragskalkulation.

**Angebotskalkulation:** Die Bearbeitung einer Angebotskalkulation ist ein Vorgang zur Ermittlung von Kosten und Preisen zum Zweck einer Angebotsabgabe. Der Angebotsbearbeitung kann eine Kostenschätzung vorausgehen. Voraussetzung für eine Angebotskalkulation ist die Abbildung der zu kalkulierenden Bauleistungen in einem nach Positionen gegliederten LV, das zunächst im Informationssystem vorbereitet sein muß. Zur Bearbeitung der Angebotskalkulation existieren im Informationssystem implementierte Verfahren, welche die Ermittlung der Kosten mit der jeweils erforderlichen Detailtiefe und die Preisbildung unterstützen sowie eine Dokumentation und Fortschreibung ermöglichen. Dem Vorgang einer Angebotskalkulation ordnen sich verschiedene Aufgaben und Tätigkeiten unter, wie z.B. die Bereitstellung des LV's, die Zuarbeit aktueller Preisanfragen für Baumaterial oder an Nachunternehmer zu vergebende Leistungen. Insofern ist für die Bearbeitung der Angebotskalkulation ein Zusammenspiel mehrerer Mitarbeiter mit unterschiedlichen fachspezifischen Aufgaben auch im Informationssystem charakteristisch.

**Auftragskalkulation:** Die Angebotserstellung endet mit der Abgabe eines Angebots und kann im Rahmen einer Submission zur Vertragsverhandlung führen. Im Fall einer Beauftragung können im Ergebnis der Vertragsverhandlungen Änderungen, wie z.B. durch Pauschalierungen, Preisnachlässe, Mengenänderungen, Austausch alternativer Leistungen oder Wegfallen bestimmter Leistungen, gegenüber dem ursprünglichen Angebot notwendig sein, die im zugrunde liegenden LV bzw. im Stand der Kalkulation zu dokumentieren sind. Dazu wird im Informationssystem der Stand der Angebotskalkulation in einen Stand für die Auftragskalkulation (Urkalkulation) überführt und berichtigend fortgeschrieben. Die im Informationssystem zur Verfügung stehenden Verfahren entsprechen denen der Angebotskalkulation, wobei in der Regel keine zugrunde liegenden Kosten neu zu ermitteln sind, sondern z.B. vorgegebene Preise durch Preisnachlässe vertragsgemäß angepaßt werden. Als Ergebnis entsteht die Festschreibung des Auftragsgegenstands als Grundlage des vertraglichen Verhältnisses zum Auftraggeber und zugleich die eindeutige Definition des Leistungsumfangs für die Arbeitsvorbereitung und Ausführung der Bauleistungen.

**Arbeitskalkulation:** Mit der Festschreibung des Vertragsgegenstands wird im Informationssystem der Stand der Auftragskalkulation in einen ersten Stand einer Arbeitskalkulation überführt. Die Bearbeitung der Arbeitskalkulation ist ein Vorgang, der durch stetige Anpassung bzw. Fortschreibung eine teilleistungsbezogene Gegenüberstellung zu

erwartender Kosten (Sollkosten) und gemäß aktuellem Auftragsstand geplanter Erlöse ermöglicht (s. 2.5.3, „Deckungsbeitrag“). Die angewendeten Verfahren entsprechen denen der Angebots- bzw. Auftragskalkulation.

Die Abbildung 2.2 ordnet die Arbeitskalkulation den Vorgängen Arbeitsvorbereitung und Erstellung der Bauleistung gemeinsam zu, da im Informationssystem nur ein aktueller Stand einer Arbeitskalkulation existiert, der durch beide Vorgänge beeinflusst wird.

Der erste Stand einer Arbeitskalkulation dient als Grundlage für die Durchführung der Arbeitsvorbereitung, welche die Planung des Bauablaufs mit dem Ziel optimaler Wirtschaftlichkeit verfolgt und der Bauausführung vorausgeht. Die fachspezifischen Tätigkeiten zur Arbeitsvorbereitung führen zur Veränderung der zu erwartenden Kosten und werden im Stand der Arbeitskalkulation hinterlegt. Insofern beinhaltet der Stand der Arbeitskalkulation ermittelte Plankosten, die im Rahmen der Arbeitsvorbereitung für den vorgesehen Bauablauf zu erwarten sind.

Während der Bauausführung bildet der Stand der Arbeitskalkulation die Ermittlung der angefallenen Kosten für die erbrachten Teilleistungen ab, wobei eine berichtigende Fortschreibung der Plankosten zu tatsächlichen Kosten erfolgt. Diese ermittelten tatsächlichen Kosten entsprechen den Sollkosten der konkreten Teilleistungen, da sie nicht auf Auswertungen der Kostenrechnung (Istkosten) beruhen. Durch die Abbildung der tatsächlichen Kosten entspricht der Stand der Arbeitskalkulation für die erbrachte Teilleistung bereits einer Nachkalkulation. Zur Steuerung der Bauausführung sind aus dem jeweiligen Stand einer Arbeitskalkulation differenzierte Sichten auf Sollkosten, Mengen, Bauzeiten und Ressourcen abzuleiten. Während der Erstellung der Bauleistungen schließt die Fortschreibung der Arbeitskalkulation die Bearbeitung von Nachträgen mit ein.

**Nachtrag:** Ein Nachtrag definiert eine Leistungsänderung in einem bestehenden Bauvertrag. Die Art der Leistungsänderung bestimmen die für den Bauvertrag geltenden Regelungen gemäß VOB [§ 1 VOB/Teil B]. In der baubetrieblichen Praxis sind Nachtragsleistungen zumeist unter Berücksichtigung des Bauablaufs bzw. des notwendigen Baufortschrittes zu erbringen. Im Zuge einer Nachtragsbearbeitung werden als Nachtrag deklarierte Bauleistungen im LV erfaßt, ggf. kalkuliert und dem Auftraggeber angeboten.

**Nachtragskalkulation:** Die Bearbeitung einer Nachtragskalkulation ist ein Vorgang der Vorkalkulation, der zur Erstellung eines Nachtragsangebots dient. Bei einer Nachtragskalkulation kommen die Kalkulationsverfahren der Angebotskalkulation zur Anwendung. Grundlage ist in der Regel der „Erstvertrag“, d.h. es sind ggf. Rückgriffe auf die Kostenermittlung und Preisbildung im Stand der jeweiligen Urkalkulation erforderlich. Dies ist der Fall, wenn z.B. eine Nachtragsposition in Ergänzung zu einer bereits beauftragten Position vorliegt. Kalkulierte Nachträge werden zum Bestandteil der aktuellen Arbeitskalkulation. Da sie einen Bauauftrag ergänzen bzw. verändern, sind sie unter kosten- und erlösseitigen Betrachtungen im jeweiligen Stand der Arbeitskalkulation zu bewerten. Zu diesem Zweck existieren im Informationssystem Funktionalitäten zur Verwaltung von Nachträgen, die eine Bewertung im Kontext aller Bauleistungen des Bauauftrags ermöglichen.



**Nachkalkulation:** Nach Fertigstellung einer Bauleistung können die tatsächlich entstandenen Kosten durch Nachkalkulation der Teilleistungen ermittelt werden und zur Überprüfung der Ansätze aus der Vorkalkulation dienen. Insofern kann die Nachkalkulation für erbrachte Teilleistungen mit dem Stand einer aktuellen Arbeitskalkulation bereits vorliegen. Mit dem Abschluß der Bauausführung, d.h. mit der Übergabe des Bauwerks, besteht ein weiteres Ziel der Nachkalkulation darin, Kennzahlen als Richtwerte für die Kostenermittlung ähnlicher Bauvorhaben aufzubereiten. Für die Kennzahlenermittlung in Auswertung einer Nachkalkulation kommen in Bauunternehmen ggf. empirisch entwickelte Verfahren zur Anwendung, die im derzeitigen Stand der Informationssysteme fehlen und deshalb schwierig zu praktizieren sind. Die im ersten Teil dieser Arbeit zu betrachtenden Methoden und Verfahren konzentrieren sich deshalb nicht auf die Auswertungen der Nachkalkulation.

## 2.3 Leistungsverzeichnis

### 2.3.1 Allgemeines

Der folgende Abschnitt betrachtet das LV als wesentliches methodisches Instrument, auf das die Kalkulationsarten und Kalkulationsverfahren aufsetzen. Die Grundlage eines Bauvertrags ist die Leistungsbeschreibung der zu erbringenden Bauleistungen. Die VOB/Teil A definiert den Begriff der Leistungsbeschreibung wie folgt: Bei einer Leistungsbeschreibung soll die Leistung „durch eine allgemeine Darstellung der Bauaufgabe (Baubeschreibung) und ein in Teilleistungen gegliedertes Leistungsverzeichnis sowie weiterer Anlagen (Pläne, Sonstiges) beschrieben werden“ [§ 9, Nummer 6 VOB/Teil A]. Ist es zweckmäßig, „zusammen mit der Bauausführung auch den Entwurf für die Leistungen dem Wettbewerb zu unterstellen, um die technisch, wirtschaftliche und gestalterisch beste sowie funktionsgerechte Lösung der Bauaufgabe zu ermitteln, kann die Leistung durch ein Leistungsprogramm dargestellt werden“ [§ 9, Nummer 10 VOB/Teil A]. Im Fall des Leistungsprogramms wird die Leistungsbeschreibung vom ausführenden Bauunternehmen erstellt.

Die Abbildung 2.3 zeigt die o.g. Bestandteile einer Leistungsbeschreibung, die gemeinsam die Grundlage für eine Auftragsbearbeitung sind. Für die Durchführung der Bauauftragsrechnung ist das LV von zwingender Bedeutung, da nur im LV eine Aufgliederung in Teilleistungen vorliegt und die zugrunde liegenden Verfahren zur Kalkulation und Leistungsermittlung auf Teilleistungen Bezug nehmen.

Der inhaltliche Aufbau einer Teilleistung ermöglicht sowohl externe als auch interne Betrachtungs- bzw. Darstellungsweisen, die bei der Bearbeitung von Aufgaben zur Bauauftragsrechnung benötigt werden. Extern ergeben sich Sichten auf Mengen und Preise im LV beschriebener Teilleistungen, die den vertraglichen Gegenstand zwischen Auftraggeber und Bieter bzw. Auftragnehmer gemäß Anfrage, Angebot und Auftrag (Bauvertrag) ausdrücken. Gleichzeitig entspricht die Teilleistung einem Element zur internen bzw. innerbetrieblichen Bearbeitung, auf welchem die Verfahren zur Kostenermittlung und Preisbildung beruhen. Mit diesem Hintergrund ist das LV ein methodisches Instrument für die Durchführung der Bauauftragsrechnung. Die Unterstützung der Aufgaben zur Bau-

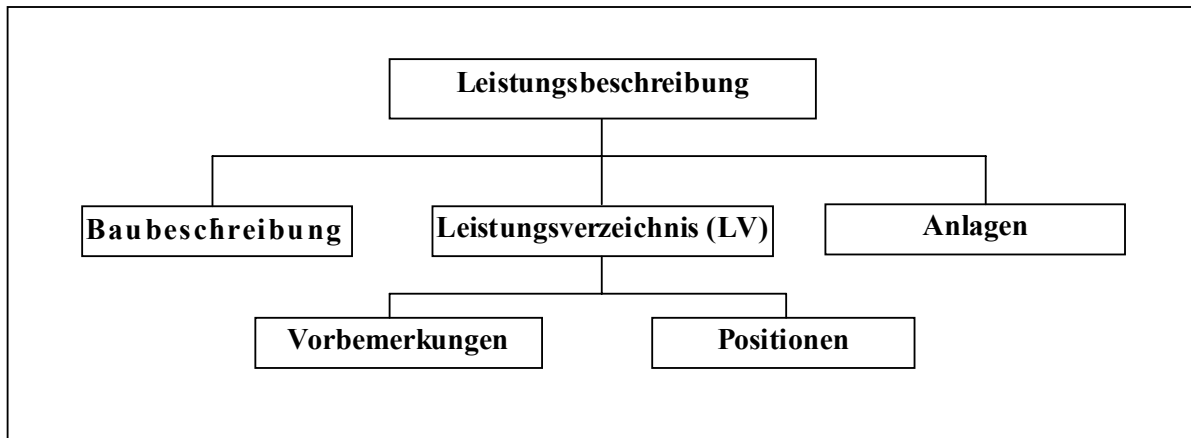


Abbildung 2.3: Leistungsbeschreibung

auftragsrechnung mit einem Informationssystem erfordert, das dem Bauauftrag zurunde liegende LV im System bereitzustellen. Für die Bearbeitung eines LV's sind im Informationssystem entsprechende Funktionalitäten vorhanden, welche die manuelle Erfassung sowie den Import über Schnittstellen unterstützen. Die folgenden Abschnitte betrachten Aufbau und Informationsdefinitionen zum LV, die im Hinblick auf derartige Funktionalitäten für die formale Aufbereitung von Bedeutung sind.

### 2.3.2 Aufbau Leistungsverzeichnis

Der Gemeinsame Ausschuß Elektronik im Bauwesen (GAEB) hat für die Bundesrepublik Deutschland gültige „Regelungen für Informationen im Bauvertrag“, geschaffen, die den Aufbau eines LV's und den Datenaustausch zwischen den am Bauvertrag beteiligten Partnern standardisieren [GAEB 1999, S. 23ff, S.47ff]. Da diese Regelungen auch eine Grundlage für die Gestaltung von Funktionalitäten im Informationssystem sind, nehmen die weiteren Ausführungen zum LV Bezug auf die Definitionen des GAEB. Der vorliegende Abschnitt betrachtet Strukturelemente und Eigenschaften, welche den Aufbau eines LV's entsprechend der Vorgaben des GAEB bestimmen und als Basis für Informationsdefinitionen in der formalen Aufbereitung der Bauauftragsrechnung erforderlich sind.

**Strukturvorgabe:** Nach den Regeln des GAEB wird die Struktur eines LV's durch eine hierarchische Strukturdefinition (OZ-Maske) vorgegeben, welche in übergeordneten Hierarchiestufen eine sachliche Zusammenfassung und Summierung von Gruppierungen untergeordneter Stufen ermöglicht. Die Vorgabe legt für jede Hierarchiestufe die mögliche Anzahl von Stellen (Zeichen) fest, die für LV-Elemente auf dieser Hierarchiestufe zur Verfügung stehen. Im Informationssystem ist die Möglichkeit zur flexiblen Strukturvorgabe eine funktionale Notwendigkeit, da durch ein Bauunternehmen LV's mit unterschiedlichem Strukturaufbau, z.B. aus Ausschreibungen, zu bearbeiten sind. Zur LV-Bearbeitung im Informationssystem gibt die Strukturdefinition den möglichen Spielraum für die Bil-

derung von LV-Elementen vor, so daß die entsprechenden Bearbeitungsfunktionen restriktiv gesteuert werden. Aus der Strukturdefinition erfolgt außerdem die Steuerung von Dialogmasken zur Darstellung und Bearbeitung der Ordnungszahl.

**Ordnungszahl:** Entsprechend der Strukturvorgabe bestimmen LV-Gruppen und LV-Positionen als Strukturelemente den Aufbau eines LV's. Zur eindeutigen Kennzeichnung ist in beiden Strukturelementen eine Gliederungsnummer zwingend, die als Ordnungszahl (OZ) zur Identifikation in allen zum Bauauftrag gehörigen Dokumenten dient. Für die Informationsdefinitionen zum LV ist die Ordnungszahl entscheidendes Schlüsselattribut zur Suche und Auswahl von LV-Elementen während der LV-Bearbeitung und aller sonstigen Tätigkeiten mit LV-Bezug, wie z.B. in der Angebotskalkulation oder Bauabrechnung. Elemente, welche die Teilleistungen zusätzlich erläutern, wie z.B. Hinweistexte, fügen sich an notwendigen Stellen im LV ein oder an und enthalten nach den Vorgaben des GAEB keine OZ.

**LV-Gruppe:** Eine LV-Gruppe faßt Teilleistungen zumeist sachbezogen zur einer Gruppe zusammen. In diesem Sinn ist eine LV-Gruppe ein übergeordnetes Element in einer LV-Struktur, das als Summenstufe untergeordneter Strukturelemente, wie weiterer LV-Gruppen und LV-Positionen, dient. Attribute der Informationsdefinition einer LV-Gruppe sind u.a. Ordnungszahl, Bezeichnung (Kurztext), Gesamtbetrag sowie die Grund- bzw. Wahlkennung, die gemäß GAEB alternative Ausführungsvarianten spezifiziert. Im Gegensatz zur LV-Position enthält eine LV-Gruppe nur einen Gesamtbetrag und keine Menge (s. 2.3.3, „LV-Position“). Für die interne Darstellung von Informationen zur Kalkulation existieren im Informationssystem weitere Attribute, wie z.B. die Kostensumme oder Stundensumme der LV-Gruppe.

**Teilleistung und LV-Position:** Eine Teilleistung beinhaltet eine textliche und mengenmäßige Beschreibung eines bestimmten Anteils an einer Bauleistung. Sie kann ohne konkreten Bezug zu einem Bauwerk in Textsammlungen - wie dem Standardleistungsbuch (StlB bzw. StlB-Bau) - vorliegen und in ein Leistungsverzeichnis übernommen werden. In diesem Fall wird eine Teilleistung zur LV-Position oder ggf. zum Positionsbestandteil.

Nach dem GAEB sind für Teilleistungen die Beschreibungsformen Normalbeschreibung, Leit- und Unterbeschreibung, Ausführungsbeschreibung, Hinweistext sowie Bezugs- und Wiederholungsbeschreibung zu unterscheiden [GAEB 1999, S.29]. Diese Beschreibungsformen spezifizieren methodische Konstruktionen zur zweckmäßigen Abbildung von Teilleistungen für bestimmte Situationen, wie z.B. bei Wiederholungen identischer Teile der Beschreibungstexte in mehreren Positionen oder zusätzlich erläuternde Elemente, wie Hinweistexte, die vorrangig zur Abbildung vertraglicher bzw. technischer Sachverhalte, wie z.B. technische Vorbemerkungen, dienen. Hinweistexte beschreiben direkt keine Teilleistungen und haben deshalb keine Ordnungszahlen, Mengen und Beträge. Im Informationssystem existieren Funktionen, welche die einzelnen Beschreibungsformen mit Hilfe spezieller Kennzeichnungen, z.B. zur Dialogsteuerung, unterstützen. Mit Ausnahme von

Hinweistexten sind alle Beschreibungsformen positionsbezogenen und im Informationssystem in gleicher Weise mit Informationen der Kalkulation verknüpft. Deshalb beschränken sich die weiteren Ausführungen unabhängig von der Beschreibungsart der Teilleistung auf die grundsätzlichen Eigenschaften der LV-Position, die durch Positionsattribute zum Ausdruck kommen.

### 2.3.3 LV-Position

Auf der Grundlage der vom GAEB definierten Regeln für den Aufbau eines LV's erörtert der vorliegende Abschnitt spezifische Eigenschaften einer LV-Position, welche den Attributen der Informationsdefinition im Informationssystem zur Bauauftragsrechnung zugrunde liegen und für die formale Aufbereitung wesentlich sind.

**Zuordnung zur LV-Gruppe:** Im Unterschied zur LV-Gruppe beschreibt eine LV-Position eine konkrete Teilleistung mit Menge und Gesamtbetrag, die in einem Bauauftrag zu erbringen ist. In einer LV-Struktur werden die LV-Positionen auf der jeweils untersten Gruppenstufe zugeordnet und ergeben mit ihren Gesamtbeträgen den Betrag der zugehörigen LV-Gruppe. In einem LV ohne Gruppenstufen ergeben die Gesamtbeträge der LV-Positionen die Gesamtsumme des LV's.

**Leistungstext:** Zur Beschreibung der Bauleistung enthalten LV-Positionen einen Lang- und Kurzttext. Der Leistungstext in der Textform Langtext hat vertraglich verbindliche Gültigkeit. Deshalb muß die Teilleistung in der LV-Position durch den Langtext eindeutig und erschöpfend beschrieben sein. Die Textform Kurzttext dient zur Erkennung des inhaltlichen Kerns von LV-Positionen und findet vorzugsweise zur Angebots- und Rechnungsdokumentation Anwendung, wo die Identifikation einer Position durch die Ordnungszahl maßgebend ist, da ein Langtext-LV als Anfrage-LV bzw. als Auftrags-LV zugrunde liegt. Im Informationssystem zur Bauauftragsrechnung sind beide Textformen somit zwingend.

**Positionsart:** Unter dem Begriff „Sonderpositionen“ sind LV-Positionen zu verstehen, die sich in ihrer Art der Gesamtbetragsbildung von normalen Positionen unterscheiden. Gemäß derzeitig gültiger GAEB-Regelungen sind neben der Ausführungsposition (Normalposition) als sog. „Besondere Positions- und Ausführungsarten“ Pauschalposition, Grund- und Alternativausführung, Bedarfsposition sowie Zuschlagsposition und Teilleistungen mit „Freie Menge“ im LV zu verwenden [GAEB 1999, S.41ff]. Die Attributierung dieser Positionsarten erfolgt durch spezielle Positionskennzeichen, welche im Informationssystem Algorithmen zur Berechnung, Darstellung und Auswertung der Gesamtbeträge einer LV-Position oder LV-Gruppe steuern.

Eine besondere Problemstellung besteht bei den Beschreibungsformen Bedarfsposition sowie Grund- und Alternativausführung, welche Bauleistungen im Vertragsgegenstand widerspiegeln, die ggf. zusätzlich oder alternativ zur Ausführung kommen und im Vorfeld der Ausführung ein Spielraum für Kosten und Erlöse besteht. Im Hinblick auf die

Angebotskalkulation erfolgt eine Spezifizierung dieser Sonderpositionen im Abschnitt 2.4, „Kalkulationsverfahren“.

**Mengeneinheit:** Eine LV-Position besitzt eine Mengeneinheit (ME). Dieses Attribut legt fest, in welcher - zumeist physikalischen - Einheit die Menge der beschriebenen Teilleistung vorliegt.

**Menge:** In einer LV-Position entspricht eine Menge der Quantität einer beschriebenen Teilleistung bezogen auf eine Mengeneinheit. Im Bauunternehmen sind über die Phasen eines Bauauftrags Mengen pro LV-Position darzustellen, die aufgrund unterschiedlicher Anforderungen verschiedenen Mengentypen entsprechen. Diese Mengentypen werden im Informationssystem zur Bauauftragsrechnung verwaltet und führen in Abhängigkeit von der Kalkulationsart zu entsprechenden Algorithmen für die Berechnung und Darstellung von Beträgen. Folgende Mengentypen sind zu spezifizieren:

**LV-Menge:** Der Mengentyp LV-Menge klassifiziert die jeweilige Positionsmenge, die im LV der Ausschreibung bzw. des Anfragenden (Bauherr, Bauherrenvertreter) zur Bearbeitung eines Bauauftrags zugrunde liegt. Existiert für eine Bauanfrage im Zuge einer Funktionalausschreibung kein LV, ist die LV-Menge im Zusammenhang mit der für die Angebotskalkulation notwendigen Erstellung des LV's durch das Bauunternehmen selbst zu ermitteln. Während der Angebotskalkulation besteht die Anforderung, Gesamtbeträge in den LV-Positionen sowie die Angebotssumme zu berechnen. Hierbei dient die LV-Menge als Rechenmenge im Berechnungsalgorithmus, da sie als externe Menge im LV die anzubietende Bauleistung quantitativ vorgibt.

Im Fall einer Beauftragung des Bauunternehmens besteht die Anforderung den vertraglichen Gegenstand quantitativ zu fixieren. Insofern wird die LV-Menge im Ergebnis der Auftragskalkulation zur festgeschriebenen Auftragsmenge und führt zur Berechnung der Auftragssumme im zugrunde liegenden LV. Während der Bauausführung besteht die Anforderung, Mengenabweichungen gegenüber der LV-Menge zu dokumentieren und deren Auswirkungen auf die Sollkosten und zu erwartenden Erlöse zu berechnen. Insofern dient die LV-Menge im Stand einer Arbeitskalkulation als Vergleichsmenge bzw. sog. „nachrichtliche Menge“ gegenüber der voraussichtlich auszuführenden Menge (s. VA-Menge) sowie der abzurechnenden Menge (s. RE-Menge) der jeweiligen Teilleistung.

**Voraussichtliche Ausführungsmenge (VA-Menge):** Im Bauunternehmen besteht die Anforderung, alle Mengenänderungen, die sich gegenüber der LV-Menge als angebotene oder vertragliche Menge ergeben, über die gesamte Bearbeitung eines Bauauftrags zu dokumentieren. Diese Dokumentation dient einerseits zur Darstellung vertraglicher Ergänzungen bzw. Anpassungen im Auftragsgegenstand und andererseits für interne Betrachtungen zu Sollkosten und zu erwartender Erlöse in prognostischer Sicht auf das Bauende. Aus diesem Grund wird der Mengentyp VA-Menge über alle Phasen eines Bauauftrags parallel zur LV-Menge verwaltet. Die VA-Menge ist die voraussichtliche

Ausführungsmenge einer LV-Position, die sich als zu erwartende Menge gemäß dem Baufortschritt bezogen auf das Bauende ergibt. Während der Angebotkalkulation wird die VA-Menge als „nachrichtliche“ Menge geführt, um bereits erkannte Abweichungen gegenüber der LV-Menge darzustellen und ggf. für Kalkulationsvarianten zu verwenden. In der Arbeitskalkulation wird die VA-Menge zur Rechenmenge, d.h. zur Berechnung aller positionsbezogenen Gesamtbeträge und Summierungen per Bauende verwendet, wie z.B. zur Berechnung von Sollkosten. Dabei tritt die LV-Menge als „nachrichtliche“ Menge in den Hintergrund der Berechnung und Darstellung.

**Rechnungsmenge (RE-Menge):** Um erbrachte Bauleistungen gegenüber dem Auftraggeber abzurechnen, ist ein Mengentyp erforderlich, der eine zeitbezogene Abrechnungsmenge verwaltet. Aus diesem Grund bezieht sich eine RE-Menge auf eine Abrechnungsperiode (Abrechnungszeitraum), deren Endtermin als Stichtag zur Rechnungslegung für zumeist mehrere Abschlagsrechnungen und der Schlußrechnung dient. Da der Mengewert in jeder LV-Position einen Zeitbezug zum jeweiligen Abrechnungszeitraum hat, sind periodische oder kumulierte RE-Mengen zu bearbeiten und abzurechnen. In der baubetrieblichen Praxis sind zumeist kumulierte RE-Mengen üblich. Wenn im Bauvertrag eine getrennte Abrechnung nach bestimmten Kriterien, wie z.B. getrennt nach Bauorten oder unterschiedlichen Rechnungsempfängern, vereinbart wurde, ist die Bearbeitung von RE-Mengen notwendig, die nach diesen Kriterien gesplittet sind. Die Bearbeitung der RE-Menge kann im Informationssystem durch Erfassung des Mengewerts oder durch eine Mengenermittlung (s. Mengenermittlung) erfolgen, deren Auswertung den Rechenweg dokumentiert.

**Leistungsmenge (LE-Menge):** Während der Bauausführung besteht die Notwendigkeit den aktuellen Leistungsstand zu ermitteln, um eine Gegenüberstellung der angefallenen Kosten zu den erbrachten Bauleistungen zu erhalten. Um den aktuellen Leistungsstand zu ermitteln, ist ein Mengentyp erforderlich, der eine zeitbezogene Leistungsmenge verwaltet. Die Bearbeitung einer LE-Menge bezieht sich auf eine interne Berichtsperiode (Berichtszeitraum), die im Bauunternehmen in der Regel durch die Unternehmensrechnung vorgegeben wird. Deshalb können Berichtszeiträume und Abrechnungszeiträume voneinander abweichen, so daß die LE-Mengen und RE-Mengen ggf. nicht vergleichbar bzw. gegenseitig übertragbar sind. Um differenzierte Kosten- bzw. Leistungsaussagen für spezielle Arbeitsgänge abzuleiten, die in der Arbeitskalkulation innerhalb einer LV-Position abgebildet werden, sind LE-Mengen ggf. bezogen auf diese Arbeitsgänge zu erfassen. Auch in diesem Fall sind RE-Mengen nicht zur Leistungsermittlung verwendbar. In Analogie zu RE-Mengen sind periodische oder kumulierte LE-Mengen zu bearbeiten. Auf der Grundlage einer aktuellen Arbeitskalkulation sind aus der Gegenüberstellung von VA-Mengen und kumulierten LE-Mengen Prognoserechnungen zu Kosten und Erlösen per Bauende möglich.

**Mengenermittlung:** Jedem Mengewert eines der o.g. Mengentypen kann eine Mengenermittlung zugrunde liegen. Die Mengenermittlung ist eine unterstützende Methode

innerhalb der Bauauftragsrechnung, mit deren Hilfe der Mengenwert einer LV-Position für den jeweiligen Mengentyp mit nachvollziehbarer Darstellung des Rechenwegs berechnet wird. Zur Unterstützung der Mengenermittlung existieren in Informationssystemen unterschiedliche Werkzeuge. Grundlage dieser implementierten Werkzeuge - insbesondere für die Abrechnung von Bauleistungen - sind Regelwerke, wie z.B. die „Verfahrensbeschreibung für die elektronische Bauabrechnung GAEB-VB REB23.004“ [GAEB-VB 23.004 1999, S.10ff], die eine ggf. vom Auftraggeber geforderte Dokumentation der Mengenermittlung in standardisierter Form ermöglicht. Für hauptsächlich zu internen Zwecken zu ermittelnde Mengen der Mengentypen LV-Menge, VA-Menge bzw. LE-Menge sind derartige Werkzeuge ebenfalls einsetzbar oder werden durch Anwendung vereinfachter Methoden, wie z.B. dem Mengenansatz in sog. „freier mathematischer Schreibweise“, praktiziert.

**Einheitspreis:** Der wertmäßige Umfang eines Bauvertrags kommt durch die Angebots- bzw. Auftragssumme zum Ausdruck, die sich aus den Gesamtbeträgen der LV-Positionen berechnet. Zur Ermittlung des jeweiligen Gesamtbetrags enthält jede LV-Position - mit Ausnahme einer Pauschalposition - als Positionsattribut einen Einheitspreis (EP). Der EP gibt an, welchem Wert eine Mengeneinheit der beschriebenen Teilleistung bei einer vorgegebenen Währungseinheit (s. Währungseinheit) entspricht. Die Pauschalposition enthält anstatt eines Einheitspreises nur einen Gesamtbetrag als Pauschalbetrag (Kennung nur „nur G-Betrag“).

Im Informationssystem zur Bauauftragsrechnung ist der EP einer LV-Position das Ergebnis einer Ermittlung unter Anwendung des implementierten Kalkulationsverfahrens. In einer LV-Position ist neben der Ermittlung auch eine Vorgabe eines EP's möglich, wobei sich die Differenz zwischen vorgegebenen und ermittelten EP als sog. Einheitspreisdifferenz (EPD) abbildet.

**Einheitspreisanteile:** Weist die bauherrenseitige Ausschreibung im LV positionenbezogene Einheitspreisanteile aus, ist der EP durch das bietende Bauunternehmen im Angebot, z.B. gemäß dem bei öffentlichen Auftraggebern üblichen Einheitspreisformblatt IIb (EFBIIb), gesplittet darzustellen. Dazu existieren im Informationssystem unterstützende Werkzeuge, die je nach angefragter Aufgliederung - wie z.B. Lohn, Material, Sonstiges - den EP-Anteil auf der Basis kalkulierter Kosten und Zuschläge aus den Kalkulationsinformationen ermitteln.

**Währungseinheit:** Das Attribut Währungseinheit legt fest, in welcher Währung die LV-Elemente berechnet und bewertet werden. Für ein LV können ggf. mehrere Währungseinheiten nebeneinander existieren. Die Mehrwährungsfähigkeit ist eine generelle Anforderung an ein Informationssystem, das über entsprechende Funktionalitäten zur Verwaltung und Umrechnung von Währungseinheiten verfügen muß. Bei international agierenden Bauunternehmen besteht die Anforderung, die gesamte Bauauftragsrechnung auf der Basis der lokalen (eigenen) Währungseinheit sowie der jeweils „fremden“ Währungseinheit des Landes durchzuführen, in welchem der Bauauftrag angeboten, vergeben und ausgeführt wird. Dabei sind die jeweiligen landesspezifischen Sichten auf Kosten, Preise und Erlöse

im System abzubilden und auszuwerten. Da im internationalen Maßstab Währungskurse schwanken, besteht die Anforderung, diese Schwankungen über die gesamte Auftragsbearbeitung im System abzubilden und zu verfolgen. Deshalb sind Funktionen und Algorithmen zur Umrechnung zwischen Währungseinheiten verschiedener Landeswährungen zwingend, welche im Informationssystem in die implementierten Verfahren zur Kalkulation eingebunden sind.

**Nachlaß und Pauschalierung:** Ein Nachlaß liegt vor, wenn ein anbietendes Bauunternehmen zumeist im Ergebnis einer Vertragsverhandlung die im Angebot dokumentierten Gesamtbeträge um einen Betrag verändert (in der Regel verringert). Verschiedene Formen von Nachlässen sind der prozentuale oder absolute Nachlaß auf dem jeweiligen LV-Element. Insofern können Nachlässe auf LV-Positionen, LV-Gruppen sowie auf dem LV gegeben werden. Innerhalb der LV-Struktur erfolgt die Berechnung von Nachlässen hierarchisch, d.h. der effektive Nachlaß einer LV-Gruppe enthält die Nachlässe zugehöriger LV-Positionen zuzüglich des Nachlasses der LV-Gruppe.

Eine Pauschalierung liegt vor, wenn für LV-Positionen, LV-Gruppen oder für das LV Pauschalsummen als Gesamtbeträge vereinbart werden. Grundlage für die Berechnung der Pauschalsummen sind die jeweiligen LV-Mengen im Angebots-LV. Nach einer Pauschalierung besteht in der Regel mengenunabhängig, d.h. das Bauunternehmen bekommt für die Erbringung des pauschalierten Leistungsumfangs nur einen feststehenden Pauschalbetrag. Mengenabweichungen, die bei Pauschalierung in der Regel zu Mehr- bzw. Minderkosten führen, sind insbesondere in der Arbeitskalkulation zu verfolgen, da sie das zu erwartende Ergebnis der Baustelle beeinflussen. Wird der Pauschalbetrag gegenüber dem auf die LV-Menge bezogenen Gesamtbetrag abgemindert, liegt mit der Pauschalierung zugleich ein („verdeckter“) Nachlaß vor.

Alle Nachlässe und Pauschalierungen müssen in LV-bezogenen Dokumenten dargestellt werden. Da sich sowohl Kosten als auch Erlöse verändern, besteht die Anforderung, Nachlässe und Pauschalierungen im Informationssystem durch Attribute auf den Ebenen LV-Position, LV-Gruppe sowie LV abzubilden und durch entsprechende Algorithmen z.B. in der Arbeitskalkulation auszuwerten.

**Spezielle Kennung von Positionen:** Während der Bearbeitung der Bauauftragsrechnung können für LV-Positionen (ggf. LV-Gruppen oder das LV) spezielle Zustände oder Situationen auftreten, die eine Abbildung im Informationssystem mit Hilfe spezieller Kennungen erfordern. Der Einsatz derartiger Kennungen erlaubt positions- oder gruppenbezogene Selektionen, die spezifische Algorithmen zur Bearbeitung, Anzeige und Auswertung der LV-Elemente steuern. Ein internes Kennzeichen ist z.B. ein Sperrkennzeichen, mit dem eine als „gesperrt“ gekennzeichnete LV-Position (ggf. LV-Gruppe) Bestandteil eines LV's bleibt, jedoch zu keiner Auswertung und Dokumentation herangezogen wird. Damit besteht u.a. bei einem Nachtrag die Möglichkeit, zusätzliche LV-Positionen zu erfassen und zu kalkulieren, ohne daß diese Positionen in Auswertungen einbezogen sind. Eine externe Kennzeichnung ist z.B. das Kennzeichen „Position entfällt“. Dieses Kennzeichen wird angewendet, wenn für eine zunächst ausgeschriebene LV-Position (ggf. LV-Gruppe)



im Zuge der Vertragsverhandlung keine Beauftragung erfolgt und dieser Zustand zu dokumentieren ist.

Bei den betrachteten Beispielen erfolgt die Kennzeichnung von LV-Elementen durch manuelle Eingabe in Dialogen. Eine weitere Möglichkeit besteht im Setzen bzw. Rücksetzen derartiger Kennungen durch das System im Kontext einer spezifischen Bearbeitung bzw. infolge einer Ermittlung. Durch spezifische Kennungen, welche das System setzt bzw. rücksetzt, sind u.a. auch Arbeitsumgebungen anderer Bearbeiter steuerbar. Eine detaillierte Erörterung solcher Kennungen erfordert den Kontext einer spezifischen Bearbeitungssituation. Derartige Szenarien beinhalten zumeist komplexe Vorgänge, die in der formalen Beschreibung darstellbar sind. Insofern soll mit dem Hinweis auf den **Teil III**, „Auswertungen der Modelle“ auf die Betrachtung weiterer Beispiele verzichtet werden.

**Einzel- und Gesamtkosten:** Im Informationssystem zur Bauauftragsrechnung sind in einer LV-Position neben dem EP und Gesamtbetrag ermittelte Einzel- und Gesamtkosten abzubilden. Eine Abbildung von Einzelkosten nimmt Bezug auf die jeweilige Mengeneinheit und ist nur auf der Ebene von LV-Positionen möglich. Gesamtkosten einer LV-Position ermitteln sich in der Regel in Multiplikation mit der jeweiligen Menge, die entsprechend ihrem Mengentyp als Rechenmenge festgelegt wurde. Auf den Ebenen von LV-Gruppen bzw. des LV's werden Gesamtkosten zusammengefaßt, welche sich aus den Gesamtkosten untergeordneter Elemente der LV-Struktur ergeben.

Die betrachteten Attribute einer LV-Position entsprechen Informationsdefinitionen, die in der Bauauftragsrechnung eine Grundlage für die Kalkulation sind. In einer LV-Position abgebildete Einzelkosten, EP's sowie Gesamtbeträge sind das Ergebnis kalkulatorischer Vorgänge, deren zugrunde liegende Verfahren für eine formale Aufbereitung zu erörtern sind.

## 2.4 Kalkulationsverfahren

### 2.4.1 Allgemeines

Da die Durchführung der Kalkulation ein interner Vorgang im Bauunternehmen ist, existieren keine gesetzlichen Regelungen, welche die anzuwendenden Kalkulationsverfahren für ein Bauunternehmen vorschreiben. Lediglich für die Abgabe eines Angebots kann ein Nachweis der Preisbildung, z.B. eine Aufgliederung in EP-Anteile, gefordert sein. Für einen Bauauftrag wird im Nachtragsfall in der Regel vom Auftraggeber die Offenlegung der Kalkulationinformationen bestimmter Teilleistungen verlangt. In diesem Fall besteht die Anforderung, die Kalkulationsinformationen nachvollziehbar zu dokumentieren, was die im Informationssystem implementierten Verfahren ermöglichen müssen.

In der baubetrieblichen Praxis kommen in Bauunternehmen ähnliche, zumeist empirisch gewachsene Verfahren zur Anwendung, die auf dem selben Grundprinzip beruhen. Unabhängig von firmenindividuellen Ausprägungen sind diese Verfahren in der Literatur beschrieben und als praxisgerechte Standardverfahren anzusehen [KLR Bau 1995,

S.49ff, Drees/Bahner 1996, S.33f, S.102ff]. Die Verfahren sind Grundlage für Funktionen und Informationsdefinitionen zur Bauauftragsrechnung und wurden in Informationssysteme implementiert. Eine formale Aufbereitung der Bauauftragsrechnung erfordert, Prinzip und Wirkungsweise der in der Praxis angewendeten Standardverfahren zur Kalkulation zu betrachten. Innerhalb der Bauauftragsrechnung spielt der Begriff „Kosten“ eine maßgebliche Rolle, da er die Grundlage für die Verfahren zur Kostenermittlung definiert. Die folgenden Ausführungen nehmen diesen Begriff als Ausgangspunkt für eine Erörterung der Kalkulationsverfahren.

### 2.4.2 Kosten

Der Begriff „Kosten“ wird in der Betriebswirtschaftslehre (BWL) unterschiedlich definiert. Die diesbezügliche Literatur differenziert einen wertmäßigen und pagatorischen Kostenbegriff. Nach der wertmäßigen Definition entsprechen Kosten (sinngemäß) bewertetem Verbrauch von Gütern und Dienstleistungen zum Zweck der betrieblichen Leistungserstellung. Dagegen setzt der pagatorische Kostenbegriff „Kosten“ gleich mit den im externen Rechnungswesen definierten Ausgaben. Dieser Kostenbegriff hat sich in der BWL nicht durchgesetzt, da Ausgaben in der Regel nicht mit dem Verbrauch an Gütern und Dienstleistungen zusammen fallen. Die Definition der DIN276 „Kosten im Hochbau“ lehnt sich an den pagatorischen Kostenbegriff an und bezeichnet Kosten als „Aufwendungen für Güter und Leistungen und Abgaben, die für die Planung und Ausführung von Baumaßnahmen erforderlich sind.“ [DIN276 1993, S.1]

Diese Orientierung am pagatorischen Kostenbegriff soll als Grundlage zur weiteren Spezifizierung von Kosten dienen. Kosten lassen sich nach unterschiedlichen Kriterien klassifizieren. Der vorliegende Abschnitt betrachtet Kosten nach dem Kriterium ihrer Zurechenbarkeit zu den Bauleistungen sowie dem Kriterium der gegenseitigen Verrechnung. Unter der Voraussetzung, daß sich Kosten in Währungseinheiten ausdrücken lassen, ergeben sich nach diesen Kriterien drei Klassifizierungen:

- Einzelkosten
- Gemeinkosten der Baustelle
- Gemeinkosten des Bauunternehmens [KLR Bau 1995, S.34]

**Einzelkosten:** Unter Einzelkosten sind die unmittelbar zuzurechnenden Kosten auf ein Produkt oder eine Dienstleistung zu verstehen. Im baubetrieblichen Sinn ist damit die Zurechenbarkeit von Kosten auf die im Bauauftrag zu erbringenden Bauleistungen zu spezifizieren. Da den Bauleistungen eines Bauauftrags in der Regel ein in Teilleistungen gegliedertes LV zugrunde liegt, ergeben sich Einzelkosten der Teilleistungen (EKT). Die EKT sind die den Teilleistungen in direkter Weise zurechenbaren Kosten, d.h. es sind die ermittelten voraussichtlichen oder angefallenen Kosten der einzelnen Positionen eines LV's. Da diese LV-Positionen den Bauauftrag gegenüber dem Auftraggeber abbilden, handelt es sich um „externe“ Positionen, in denen die EKT die Grundlage für die Preisbildung bzw. Bestandteil des EP's sind.

**Gemeinkosten der Baustelle:** Die Baustellengemeinkosten (BGK) klassifizieren Kosten oder Teilkosten für Leistungen, die in der Regel zusätzlich zu den EKT für das Betreiben einer Baustelle aufzuwenden sind, wie z.B. Kosten für die Leistungen zur Einrichtung, Vorhaltung und Räumung der Baustelle. Wenn diese Leistungen nicht durch „externe“ Positionen, wie z.B. eine LV-Position zur „Baustelleneinrichtung“, im zugrunde liegenden LV explizit vorgegeben sind, kann zur Ermittlung der Gemeinkosten der Baustelle ein „internes“ LV durch das Bauunternehmen aufbereitet werden. Die BGK sind somit „intern“ darzustellende Kosten, die gesondert ermittelt zu den Gesamtkosten eines Bauwerks gehören.

**Herstellkosten:** Als Herstellkosten (HSK) werden die auf das herzustellende Produkt, also das Bauwerk, zuzurechnenden Kosten zusammengefaßt. Insofern ergeben die Summe aller EKT und die Summe der BGK die HSK eines Bauauftrags.

**Gemeinkosten des Bauunternehmens:** Unter dieser Klassifizierung werden die unmittelbar dem Bauunternehmen zuzurechnenden Kosten zusammengefaßt, die unabhängig von einer Baumaßnahme bzw. einer Baustelle anfallen, wie z.B. Kosten für die Verwaltung, EDV usw. Diese allgemeinen Geschäftskosten (AGK) sind Kosten, die nicht durch das Ausführen eines bestimmten Bauauftrags entstehen, sondern durch den Betrieb des Bauunternehmens als Ganzes. Allgemeine Geschäftskosten werden in der Regel auf die HSK aller Bauaufträge mit Hilfe von Zuschlagssätzen umgelegt. Die Zuschlagssätze für AGK sind zumeist ein Ergebnis der Kostenrechnung. Bei deren Ermittlung kommen unterschiedliche Verfahren - wie einheitlicher oder differenzierter Zuschlagssatz - zur Anwendung, deren Präzisierung für die weiteren Betrachtungen nicht erforderlich ist.

Die Kalkulationsverfahren enthalten Methoden für die Ermittlung der EKT und BGK sowie für die Bildung der Preise. Die Preisbildung beruht auf den ermittelten HSK und berücksichtigt u.a. einen Zuschlag zur Deckung der AGK des Bauunternehmens. Um die HSK gemäß ihrer Verursachung ermitteln zu können, sind Ordnungssysteme für die verursachungsbezogene Gliederung von Kosten erforderlich.

### 2.4.3 Kostenart

Als maßgebliche Ordnungssysteme unterscheidet das Rechnungswesen im Baubetrieb nach Konten des betrieblichen Kontenrahmens und „technischen“ Kostenarten. Während „buchhalterische“ Konten u.a. als Geschäftsvorfälle gebuchte Kosten der Baustelle verwalten, beziehen sich Kostenarten auf technische Gesichtspunkte - wie Menge, Art der Leistung, Qualität und Zeit - der Kostenermittlung zur Plankosten- bzw. Sollkostenvorgabe in der Bauauftragsrechnung.

**Kostenart:** Eine Kostenart (KOA) ist ein Gliederungselement für die verursachungsgerechte Zuordnung der angesetzten oder anfallenden Kosten für Bauleistungen nach sachbezogenen und logischen Kriterien. Sie dient zur transparenten Darstellung und Analyse

des Kostengefüges einer durch das Bauunternehmen zu erbringenden oder erbrachten Bauleistung über alle Phasen der Kosten- und Leistungsrechnung. Im Informationssystem zur Bauauftragsrechnung werden Kostenarten zumeist hierarchisch gegliedert.

**KOA-Struktur:** Kostenarten können in einer hierarchischen KOA-Struktur sachbezogen nach Ebenen und innerhalb der Ebenen nach Gruppen gegliedert werden. Die Tabelle 2.1 verdeutlicht am Beispiel einer Materialkostenart die hierarchische Gliederung innerhalb einer KOA-Struktur.

Ebene	KOA- Schlüssel	KOA- Gruppe	KOA- Bezeichnung	Verrechnungssatz
1	5	Haupt- KOA	Materialkosten	ohne
2	52	Gruppe	Fertigmischgut	ohne
3	52.20	Untergruppe	Tranportbeton	ohne
4	52.2025	Kostenart	Beton B25	mit

Tabelle 2.1: Beispiel einer KOA-Gliederung

Über eine KOA-Struktur sind die Kostensummen ermittelter Einzelkosten und Baustellengemeinkosten einer Kalkulation in entsprechenden KOA-Auswertungen verdichtet darstellbar. In Informationssystemen liegen hierzu in der Regel hierarchisch-strukturierte Informationsdefinitionen zugrunde, in denen die untergeordneten Strukturelemente jeweils mit einem übergeordneten Strukturelement verknüpft sind.

**Hauptkostenarten:** Da keine allgemeingültigen Vorschriften für sachbezogene Gliederungen von Kostenarten und deren Strukturierung existieren, liegt die firmenspezifische Definition von KOA´s im eigenen Ermessen eines Bauunternehmens und erfolgt ggf. in Anlehnung an die KLR-Bau. Innerhalb einer KOA-Struktur definiert die oberste Hierarchiestufe die Ebene der Hauptkostenarten (HKOA). Die Tabelle 2.2 zeigt anhand eines Beispiels eine firmenspezifische Definition von HKOA´s. Gemäß diesem Beispiel ermöglicht eine hierarchische Untergliederung aller HKOA´s eine verursachungsgerechte Präzisierung aller HSK für einen Bauauftrag. Im Vorgang der Kalkulation von Bauleistungen erfolgt eine sachbezogene Zuordnung von Kosten zur jeweils notwendigen KOA. Insofern stellt die Definition aller KOA´s einer KOA-Struktur ein Ordnungssystem zur Kostengliederung dar und ist somit eine methodische Grundlage der Kalkulationsverfahren. Im Informationssystem dient dieses Ordnungssystem während der Bearbeitung der Kalkulation als Vorgabe, die eine standardisierte Kostenstrukturierung im Bauunternehmen ermöglicht.

Um die Sollkosten der Bauauftragsrechnung in der Soll-Ist-Vergleichsrechnung den Istkosten aus der Baubetriebsrechnung gegenüberstellen zu können, sind der betriebliche Kontenrahmen, die Ordnungssysteme der Baubetriebsrechnung und die Definitionen der KOA´s aufeinander abzustimmen. Dazu werden in der Regel die oberen Ebenen einer KOA-Struktur, wie z.B. in der Tabelle 2.1 die Ebenen 1-3, den entsprechenden buchhalterischen Konten der Unternehmensrechnung direkt zugeordnet. Kostenbezogene Buchungen

der Baustelle auf diesen Konten führen in die Istkosten und sind aufgrund der Abstimmung mit den Sollkosten zugeordneter und aller untergeordneter KOA's vergleichbar. Die KOA-Struktur ermöglicht die zu einer Teilleistung mittels untergeordneter KOA's auf detaillierte Weise ermittelten Kosten auf die vergleichbaren Ebenen zu verdichten.

<b>HKOA</b>	<b>Erläuterung</b>
Lohnkosten	Lohnkosten für baustellenbezogene gewerbliche Arbeitskräfte (Arbeiter, Poliere). Aufteilung in Lohnkosten der Kolonnen, Gerätebedienung, Hilfslöhne. Grundlage für Gruppierungen bzw. die Definition von Lohn-KOA können u.a. Herstellmittellohn u. Tarifmittellohn sein.
Bauhilfsstoffe	Kosten des Schalungs-, Rüstungs- und Verbrauchsmaterials einschl. aller Hilfsstoffe.
Gerätekosten	Kosten für Baugeräte gegliedert nach Gerätevorhaltung, Geräte Reparatur und Gerätebetriebsstoffe. Kosten für Bauunterkünfte wie Baubuden, Bauwagen, Container... Gültige Basis ist die Baugeräteliste, z.B. BGL2001.
Fremdarbeitskosten	Kosten für Leistungen von Fremdunternehmern, die einen Teil der Leistungen eines Bauauftrags erbringen oder die Leistungserbringung unterstützen. Im Gegensatz zu Nachunternehmern erfolgt keine Übernahme von Gewährleistungen, z.B. bei Erdstofftransporten auf der Baustelle.
<b>Arbeitskosten</b>	<b>Gruppensumme über die Haupt- KOA 1-4</b>
Baustoffe	Kosten für die Lieferung von Baustoffen, Fertigungsstoffen und Fertigteilen frei Baustelle, einschließlich Frachtkosten, welche bedarfsweise untergliedert werden.
<b>Fertigungskosten</b>	<b>Gruppensumme über die Haupt- KOA 1-5</b>
Nachunternehmerkosten	Kosten für die Leistung von Nachunternehmern, die einen in sich abgeschlossenen Teil der Gesamtbauleistung selbständig erbringen.
Baustellenausstattung	Kosten der Baustellenausstattung außer Bauunterkünfte sowie An- und Abtransport von Geräten, Bauhilfsstoffen, Baustellenausstattung usw.. Installationskosten für Elektro-, Heizungs- und Sanitärausstattung sowie Fahrzeuge auf der Baustelle.
sonstige Baukosten	Sammel-KOA für Gehälter, Aufsichtskosten, allgemeine Baustellenkosten, technische Bearbeitung, Laborkosten, Versicherungen, Finanzierungskosten, besondere Rückstellungen/ Risiken.
<b>HSK</b>	<b>Gruppensumme über die Haupt- KOA 1-8</b>

Tabelle 2.2: Beispiel für eine Definition von Hauptkostenarten

**KOA-Attribute:** Zur Spezifizierung von Kosten definieren die KOA-Attribute Informationen, welche die kalkulatorische Ermittlung der EKT unterstützen. Dazu existieren im Informationssystem Funktionen zur Aufbereitung von KOA's, die eine inhaltliche Bearbeitung dieser Attribute mit einschließen. Da KOA's einem Ordnungssystem zur

Kostengliederung in der Kalkulation entsprechen, werden in den Informationssystemen funktionale Möglichkeiten zur Suche und Übernahme sowie zur Verknüpfung von KOA's mit Attributen - wie z.B. Mengen - der Kalkulationsansätze unterstützt. Dazu enthält jede KOA zur Identifikation einen eindeutigen KOA-Schlüssel sowie einen beschreibenden Text. Zur hierarchischen Zuordnung innerhalb der KOA-Struktur existiert in jeder KOA (mit Ausnahme einer HKOA) ein Attribut, das auf die jeweils übergeordnete KOA verweist, was u.a. die Verdichtung von Kosteninformationen in der jeweils übergeordneten Ebene ermöglicht. Zur Kostenvorgabe für die Kalkulation kann eine KOA ggf. mehrere „feste“ Verrechnungssätze mit Bezug auf eine Mengeneinheit enthalten, wie z.B. bei Lohn-KOA's oder konkreten Baustoffen. Derartig kennzeichnende Attribute ermöglichen eine Typisierung von KOA's, welche die Algorithmen zur Kostenermittlung und Preisbildung in den implementierten Kalkulationsverfahren steuert.

#### 2.4.4 Ermittlung der Herstellkosten

Die bisherigen Ausführungen zur Klassifizierung von Kosten sowie zur Kostengliederung mit Kostenarten erörterten wesentliche Grundlagen der Verfahren zur Kalkulation. Der vorliegende Abschnitt betrachtet Methoden zur Ermittlung der HSK. Diese Methoden sind Bestandteil der Kalkulationsverfahren und somit Basis implementierter Funktionalitäten, welche die Kalkulation im Informationssystem unterstützen.

Da sich die HSK eines Bauauftrags aus der Summe der EKT und der Summe der BGK zusammensetzen, sind die Methoden zur Ermittlung der HSK auf diese beiden Bestandteile ausgerichtet. Die Ermittlung der EKT ist in der Regel pro LV-Position im zugrunde liegenden LV des Bauauftrags erforderlich, da sich u.a. die Preise im Angebot und im Bauvertrag auf die Positionsebene dieses sog. „externen“ LV's beziehen. Für die Ermittlung der BGK kommen in der Praxis Methoden zur Anwendung, die entweder BGK über prozentuale Zuschlagssätze auf zuvor ermittelte Summen der EKT berechnen oder auf ein zuvor aufgestelltes BGK-LV aufsetzen. Im letzteren Fall erfolgt eine positionsweise Ermittlung von BGK auf Basis eines „internen“ BGK-LV's. Die Methode, BGK auf der Positionsebene im BGK-LV zu ermitteln, hat gegenüber prozentualen Zuschlagssätzen den Vorteil der höheren Genauigkeit, ist in Bauunternehmen aber nur mit der Unterstützung durch Informationssysteme effektiv praktikierbar. In der baubetrieblichen Praxis kommen beide Methoden zur Anwendung und werden durch entsprechende Funktionalitäten im Informationssystem unterstützt. Da auch die Ermittlung der BGK auf der Basis prozentualer Zuschlagssätze auf positionsweiser Kostenermittlung beruht, konzentrieren sich die nachfolgenden Ausführungen auf Strukturen und Algorithmen zur Ermittlung der Einzelkosten für LV-Positionen. Dabei ist die zu betrachtende Methodik zur positionsweisen Kostenermittlung sowohl im „internen“ LV als auch im „externen“ LV identisch.

**Unterposition:** Um die Kosten für eine LV-Position bezogen auf ihre Mengeneinheit zu ermitteln, besteht die Möglichkeit, sie in zumeist fertigungsorientierte Kostenbestandteile aufzugliedern und einzeln zu berechnen. Zu diesem Zweck existieren in Softwarelösungen

Funktionalitäten, die eine Aufgliederung in eine hierarchische Unterpositionsstruktur unterstützen. Das bedeutet, für eine LV-Position kann eine aus Unterpositionen (UPos) bestehende Aufgliederung nach beliebigen Kriterien, wie z.B. getrennt nach Arbeitsgängen, Genauigkeitsanforderungen oder firmeninternen Regelungen zur Kostendarstellung, ggf. in mehreren Ebenen aufbereitet werden. Insofern faßt eine UPos Kosten zusammen, die sich entweder aus untergeordneten Unterpositionen oder aus Kostenansätzen ergeben. Unterpositionen der jeweils untersten Ebene enthalten in der Regel nur Kostenansätze, in welchen die Aufwendungen z.B. für Löhne, Geräte und Baumaterialien zusammengestellt sind.

Zur zusammenfassenden Abbildung von Kosten mit Hilfe von Unterpositionen existieren in Systemen implementierte Informationsdefinitionen mit entsprechenden Attributen, wie z.B. UPos-Schlüssel, Kurztext, relative und absolute Menge, Mengeneinheit (ME), Kosten pro ME und Gesamtkosten. Der UPos-Schlüssel entspricht einer internen Ordnungszahl innerhalb einer UPos-Struktur einer LV-Position. Ein frei definierbarer Kurztext beschreibt die Art der UPos. Die Menge einer UPos kommt durch einen relativen und absoluten Mengenwert zum Ausdruck.

Ein relativer Mengenwert entspricht einem „inneren“ Mengenfaktor zur Umrechnung zwischen der UPos und der zugehörigen LV-Position bzw. der in einer UPos-Struktur möglichen übergeordneten UPos bezogen auf die jeweilige ME. Wenn z.B. in einem LV unter einer LV-Position *Einbau Streifenfundament* mit der ME  $m_3$  eine Unterposition für *Schalung* mit der ME  $m_2$  vorliegt, dann entspricht der relative Mengenwert der UPos *Schalung* der anteiligen Schalungsmenge in  $m_2$  bezogen auf einen  $m_3$  der LV-Position *Einbau Streifenfundament*.

Die mit einer relativen Menge darstellbare Kostensicht zeigt den jeweiligen Kostenanteil, den eine UPos bezogen auf die ME einer LV-Position oder einer übergeordneten UPos zusammenfaßt. Gemäß dem o.g. Beispiel sind die anteiligen Kosten der UPos *Schalung* bezogen auf einen  $m_3$  *Einbau Streifenfundament* darstellbar. Der absolute Mengenwert der UPos ergibt sich aus dem in der LV-Position als Rechenmenge festgelegten Mengenwert in Multiplikation mit dem relativen Mengenwert der UPos. Er dient zur Abbildung der Gesamtkosten der UPos, welche zugleich anteilige Gesamtkosten der LV-Position oder der übergeordneten UPos sind.

Unabhängig vom relativen Mengenwert einer UPos werden deren Einzelkosten je ME autark, d.h. ohne Betrachtung des rechnerischen Zusammenhangs zur jeweiligen LV-Position oder übergeordneten UPos, ermittelt. Gemäß dem o.g. Beispiel sind für die UPos *Schalung* somit die Einzelkosten pro  $m_2$  *Schalung* durch Kostenansätze zu berechnen.

**Kostenansatz:** Ein Kostenansatz enthält die verursachungsgemäße Aufbereitung eines Kostenanteils an einer UPos. Für einen Kostenansatz existieren im Informationssystem Attributdefinitionen, welche die Art und Quantität des Kostenanteils bestimmen. Die Art des Kostenanteils wird durch die Zuordnung einer KOA oder eines Baugeräts (Geräteerkennung) festgelegt. Eine zugeordnete Geräteerkennung verweist auf einen spezifischen Kostenansatz, welcher ggf. mehrere Geräte-KOA's, wie z.B. Kosten für Gerätemiete, Reparaturpauschale, Kraftstoff usw., für ein Baugerät mit einem Verrechnungssatz je ME

(Stunde, Momat) zusammenfaßt. In Verbindung mit der KOA bzw. Gerätekennung existieren u.a. ein beschreibender Kurztext, eine relative Menge, die ME des Ansatzes sowie der Verrechnungssatz pro ME der KOA bzw. des Baugeräts.

Im Kostenansatz dient die relative Menge als Mengenfaktor zur Umrechnung auf die übergeordnete UPos bezogen auf die jeweilige ME. Damit kommen u.a. aufzuwendende Lohn- und Gerätstunden oder der Mengenanteil eines Baustoffs bezogen auf die ME der UPos zum Ausdruck. Wenn z.B. in einer Unterposition für *Schalung* mit der ME  $m_2$  ein Kostenansatz des Lohnanteils für den Schalungsbau vorliegt, dann entspricht der relative Mengenwert für die KOA *Lohn* der Anzahl *Stunden* bezogen auf einen  $m_2$  der UPos *Schalung*.

Im jeweiligen Kostenansatz wird der für eine KOA oder ein Gerät vorgegebene Verrechnungssatz, welcher die Kosten pro ME der KOA oder des Geräts ausdrückt, mit dem relativen Mengenwert multipliziert und ergibt somit einen Kostenanteil bezogen auf die ME der zugehörigen UPos. Gemäß o.g. Beispiel berechnet sich der Kostenanteil für die KOA *Lohn* bezogen auf die ME  $m_2$  der UPos *Schalung* durch Multiplikation des Stundenansatzes als relativer Mengenwert mit dem KOA-Verrechnungssatz einer Lohnstunde, d.h. pro ME *Stunde* der KOA *Lohn*.

**Kosten einer LV-Position:** Der Algorithmus zur Ermittlung der Kosten einer LV-Position basiert auf der logisch-hierarchischen Beziehung, die zwischen LV-Position, Unterposition und Kostenansatz besteht. Dementsprechend wird im jeweiligen Kostenansatz ein Kostenanteil der zugehörigen UPos berechnet. Wenn eine UPos Kostenansätze enthält, welche entsprechende Kostenanteile z.B. für Lohn, Geräte und Baustoff bezogen auf die ME der UPos ermitteln, ergibt die Summe der ermittelten Kostenanteile aller Kostenansätze die Einzelkosten je ME der UPos. Die Summe der Einzelkosten je ME aller UPos ergibt die Einzelkosten je ME der LV-Position. Aus den Einzelkosten je ME der LV-Position in Multiplikation mit der Menge entsprechend dem jeweiligen Mengentyp ergeben sich Gesamtkosten der LV-Position. Insofern besteht für die Gesamtkosten einer LV-Position oder UPos immer ein Bezug auf den Mengentyp, der als sog. „Rechenmenge“ angewendet wird, wie z.B. die LV-Menge während der Angebotskalkulation.

Die betrachtete Methodik, positionsbezogene Einzelkosten in Unterpositionsstrukturen mit Hilfe von Kostenansätzen zu berechnen und abzubilden, ist Grundlage aller Kalkulationsarten in der Bauauftragsrechnung. Für die Steuerung einer Baustelle sind aus diesen Unterpositionsstrukturen entsprechende Arbeitsverzeichnisse abzuleiten, die differenzierte Sichten auf spezifische Kosten, Geräte und Leistungsansätze der Arbeitsgänge einer LV-Position ermöglichen.

Aus dieser Methodik leiten sich sowohl Informationsdefinitionen als auch Funktionen ab, die im heutigen technischen Stand der Informationssysteme implementiert wurden und somit für eine formale Aufbereitung der Bauauftragsrechnung von grundlegender Bedeutung sind.



### 2.4.5 Berechnung einer Angebotssumme

Auf der positionsbezogenen Ermittlung der Herstellkosten basieren Methoden zur Berechnung der Angebotssumme (AGS) sowie der Einheitspreise von LV-Positionen. Da diese Methoden Grundlage zur Bearbeitung eines Angebots sind, existieren diesbezügliche Funktionalitäten in Informationssystemen, deren Betrachtung für eine formale Aufbereitung erforderlich ist. Der Ermittlung einer Angebotssumme liegen die nachfolgenden Berechnungsmethoden zugrunde:

**Zuschlagskalkulation:** Die Zuschlagskalkulation basiert auf der Ermittlung der EKT der zu erbringenden Bauleistungen im „externen“ LV zuzüglich eines vorgegebenen Zuschlags für die BGK sowie einem prozentualen Endzuschlag (EZ), der sich in der Regel aus einem Anteil für AGK sowie einem Anteil für Wagnis und Gewinn (WuG) zusammensetzt. Bei der Zuschlagskalkulation entfällt die Aufstellung eines „internen“ BGK-LV's. Die Bezuschlagung mit BGK erfolgt durch (fest) vorgegebene Prozentsätze, die als Erfahrungswerte vergleichbarer Bauvorhaben vorliegen oder durch andere Verfahren, wie z.B. durch eine Jahresumlage zuvor ermittelt wurden.

$$\text{AGS} = \sum \text{EKT} + \sum \text{EKT} * \% \text{BGK} * (1 + \% \text{EZ}) * \sum \text{EKT} * \% \text{BGK}$$

Diese Methode berücksichtigt die BGK nicht detailliert und birgt somit Risiken in sich. Da kein eigens aufgestelltes BGK-LV existiert, werden die BGK wertmäßig unpräzise in die AGS einbezogen. Im Auftragsfall berücksichtigt die Fortschreibung der Angebotskalkulation keine Abbildung der BGK. Deshalb müssen die BGK durch ein BGK-LV beim Erstellen der Arbeitskalkulation zusätzlich aufbereitet werden.

**Kalkulation über die Endsumme** Im Gegensatz zur Zuschlagskalkulation berechnet diese Kalkulationsmethode zunächst die Endsumme, welche aus der Summe der ermittelten HSK und einem darauf erhobenen Endzuschlag (EZ) für AGK und WuG besteht. Die Kalkulation der HSK basiert auf der ermittelten Summe der EKT im „externen“ LV zuzüglich der Summe positionsweise im BGK-LV ermittelter BGK gemäß der unter Abschnitt 2.4.4 betrachteten Methodik. Insofern bedingt dieses Verfahren zunächst die Aufstellung eines „internen“ BGK-LV's. Das BGK-LV kann z.B. in LV-Gruppen zur Einrichtung, Vorhaltung und Räumung einer Baustelle gegliedert sein sowie weitere der Baustelle direkt zurechenbare Kosten - wie Risiken, Rückstellungen, Baustellenversicherungen usw. - enthalten. Nach der Ermittlung der Herstellkosten erfolgt die Erhebung eines EZ in % auf die Herstellkosten.

$$\text{AGS} = \sum \text{EKT} + \sum \text{BGK} + \% \text{EZ} * (\sum \text{EKT} + \sum \text{BGK})$$

Bei der Erhebung eines Kalkulationsendzuschlags kommen in Bauunternehmen unterschiedliche Varianten der Bezuschlagung zum Einsatz. Da für die Bezuschlagung keine gesetzlichen Vorschriften existieren, werden diesbezügliche Methoden firmenindividuell praktiziert. Die eine Variante betrachtet einen EZ als Zuschlag vom Umsatz, d.h. der

erhobene EZ soll in der Angebotssumme enthalten sein und ist somit „von unten“ zu berechnen. In diesem Fall berechnet sich ein erhobener EZ in % aus einer EZ-Vorgabe vEZ in % wie folgt:

$$EZ = vEZ * 100 / (100 - vEZ)$$

Die zweite Variante betrachtet den EZ als „reinen“ Zuschlag auf die Kosten, so daß der erhobene EZ in % dem vorgegebenen vEZ in % entspricht und keine Umrechnung erfolgt. Eine weitere Möglichkeit der Bezuschlagung besteht darin, beide Methoden auf die Anteile AGK sowie WuG des EZ in differenzierter Weise anzuwenden, wie z.B. nur die AGK „von unten“ und WuG ohne Umrechnung.

Die betrachteten Methoden zur Berechnung einer Angebotssumme sind zugleich Grundlage für die Preisbildung im „externen“ LV. Zur Unterstützung der Berechnung von EP's existieren im Informationssystem implementierte Funktionalitäten, in deren Algorithmen die o.g. Methoden angewendet werden.

### 2.4.6 Bildung der Einheitspreise

Im Vorgang einer Angebotskalkulation sind nach der Ermittlung der EKT im zugrunde liegenden „externen“ LV die EP's der LV-Positionen zu berechnen. Da die BGK als Bestandteil der HSK eines Bauauftrags in einer AGS bzw. Auftragssumme enthalten sind, müssen die einzelnen LV-Positionen im „externen“ LV jeweils einen Anteil an den BGK tragen. Die Berechnung von EP's pro LV-Position ergibt einen Berechnungsaufwand, der in der Praxis nur durch Unterstützung implementierter Funktionalitäten im Informationssystem effektiv zu bewerkstelligen ist. Technisch umgesetzt, realisieren diese Funktionalitäten ein Verfahren, welches auf der Ermittlung der Einzelkosten einer LV-Position aufbaut [Rib/0700 2000, S.87ff].

Entsprechend der im Abschnitt 2.4.5 beschriebenen Methoden der Berechnung einer AGS werden die BGK im Fall der Zuschlagskalkulation mit Hilfe von vorgegebenen Zuschlagssätzen in % auf die ermittelten EKT oder im Fall der Kalkulation über die Endsumme auf der Grundlage eines BGK-LV's ermittelt, welche auf der im Abschnitt 2.4.4 betrachteten Methodik zur positionsweisen Ermittlung von Einzelkosten beruht. Vorausgesetzt, daß ein ggf. zuvor ermittelter Zuschlag für BGK in % vorliegt, hat die unterschiedliche Art und Weise der Ermittlung von BGK als Bestandteil der HSK zunächst keine Auswirkung auf die Bildung der EP's. Der EP einer LV-Position errechnet sich aus den ermittelten Einzelkosten (EKTPos) zuzüglich eines Anteils BGK in % bezogen auf die EKTPos und einem Anteil für den EZ in %, der auf die EKTPos und dem Anteil BGK in % an den EKTPos erhoben wird.

$$EP = EKTPos + \% BGK * EKTPos + \% EZ * EKTPos * (1 + \% BGK)$$

Entsprechend dieser Berechnungsformel erhält der Anteil der BGK einer LV-Position somit auch einen EZ, da ein EZ in der Regel auf die gesamten HSK erhoben wird. Die

dargestellte Methode beschränkt sich auf LV-Positionen, in denen keine gesonderten Zuschläge oder spezifische Positionskennungen, wie z.B. von-Hand-Zuschläge, zuschlagsfrei oder Festpreis vorliegen. Derartige Positionseigenschaften erfordern eine fallbezogene Spezifizierung, deren umfangreiche, algorithmische Aufbereitung im Rahmen der zu betrachteten Methoden und Verfahren zur Bauauftragsrechnung nur angedeutet werden kann. Die in der Praxis angewendeten Informationssysteme unterstützen die Möglichkeit, BGK und positionsbezogene BGK-Anteile im Fall einer Zuschlagskalkulation durch manuelle Eingabe prozentualer Zuschlagssätze auf die Kostensummen gemäß der KOA-Struktur zu berechnen.

**Umlage von BGK:** Für die Preisbildung während einer Kalkulation über die Endsumme, bei der die AGS als sog. „Endsumme“ die Summe der zuvor im BGK-LV ermittelten BGK enthält, besteht die Notwendigkeit, die ermittelten BGK auf die Summe der Einzelkosten im „externen“ LV durch eine Umlage zu „verteilen“. Das Ziel der Umlage besteht in der Ermittlung eines prozentualen BGK-Zuschlags, welcher in die o.g. Berechnung der EP's einfließen kann. Die Ermittlung dieses BGK-Zuschlags läßt sich auf folgende, vereinfachte Berechnungsgrundlage zurückführen:

$$\% \text{ BGK} = \sum \text{BGKPos} * 100 \% / \sum \text{EKTPos}$$

Auf Grund der Kostenabbildung von Einzelkosten, die im „externen“ LV und „internen“ BGK-LV mit KOA's erfolgt, basiert der Vorgang einer Umlage auf den über die KOA-Struktur verdichteten KOA-Summen. Dieser Form der Umlageberechnung liegen komplexe Algorithmen zugrunde, welche nur durch ein im Informationssystem implementiertes Umlageverfahren effektiv zu bearbeiten sind. Die im Informationssystem unterstützten Funktionalitäten zur Umlage realisieren in implementierten Algorithmen notwendige Regeln und enthalten differenzierte Mechanismen zur Gestaltung von Umlagevarianten für die Preisbildung. Diese Mechanismen sollen aufgrund ihrer Komplexität in dieser Arbeit nur angedeutet werden.

Entsprechend der o.g. Berechnungsgrundlage sind in der Summe der EKTPos in der Regel nur LV-Positionen enthalten, die normal zur Ausführung kommen. Sonderpositionen, wie z.B. Bedarfspositionen, für die zum Zeitpunkt der Angebotsabgabe kein Anspruch zur Ausführung durch das Bauunternehmen besteht, sind aus dieser Umlagebasis ausgeschlossen.

Ein ermittelter BGK-Zuschlag kann zur Preisbildung gleichmäßig oder ungleichmäßig auf gewählte KOA-Summen, welche die verdichteten Einzelkosten über die KOA-Struktur zusammenfassen, verteilt werden. Der Rechenvorgang ermittelt zunächst einen gleichmäßigen BGK-Zuschlag in % über die KOA-Summen, der sich variieren läßt. So können z.B. KOA's, welche die Kosten bestimmter Nachunterleistungen enthalten, mit einem niedrigeren BGK-Zuschlag belegt werden, was zu niedrigeren EP's diesbezüglicher LV-Positionen führt. Zugleich erhöhen sich die Zuschlagssätze für BGK der anderen abgebildeten KOA-Summen, da die Summe der BGK konstant ist.

Die Funktionalitäten zur Umlage enthalten in der Regel auch Funktionen für die

Vorgabe des EZ's. Diese Vorgabe, die durch manuelle Eingabe von prozentualen Zuschlagssätzen für die EZ-Anteile bestehend aus AGK und WuG erfolgt, bezieht sich in analoger Weise auf die gewählten KOA-Summen. Auf dieser Vorgabe basierend sind Umverteilungen des EZ's über die KOA-Summen möglich. Eine Umlage kann auf alle „externen“ LV-Positionen gleichmäßig verteilt oder auch LV-bereichsweise mit unterschiedlichen Prozentsätzen erfolgen. Zur bereichswisen Umlage müssen zunächst LV-Bereiche - wie bestimmte LV-Gruppen - festgelegt werden. Dann erhalten diese Bereiche eigene Umlagevarianten (Faktorversionen). In der Regel werden alle Sonderpositionen wie Normalpositionen bezuschlagt. Wegen der dabei möglichen Überdeckung der BGK erhalten insbesondere Bedarfspositionen im Umlageverfahren einen wahlweise möglichen BGK-Zuschlag und (immer) einen EZ für AGK und WuG [Rib/0700 2000, S.134].

Da die Bearbeitung einer Umlage aus der Eingabe und Variation von Zuschlagssätzen besteht, erfolgen diesbezügliche Tätigkeiten in der Regel durch den verantwortlichen Kalkulator zum Zeitpunkt der bereits abgeschlossenen Kostenermittlung und zumeist nicht im Zusammenspiel mehrerer Mitarbeiter. Aus diesem Grund ist die Preisbildung durch eine Umlage immer als ein in sich abgeschlossener Vorgang zu verstehen, so daß eine Spezifizierung der einzelnen Algorithmen für die formale Aufbereitung der Bauauftragsrechnung nicht betrachtet wird.

## 2.5 Methoden zur Auftragsausführung

### 2.5.1 Allgemeines

Die betrachteten Kalkulationsverfahren sind methodische Grundlage für die Bauauftragsrechnung in allen Phasen einer Auftragsbearbeitung. Die zur Bauauftragsrechnung eingesetzten Informationssysteme unterstützen die Kalkulationsverfahren durch Funktionalitäten, die in sich Abhängigkeit von der Phase einer Auftragsbearbeitung unterschiedlich ausprägen. In der Phase „vor Auftragsausführung“ besteht die Zielstellung der Angebotskalkulation in der Erstellung eines Angebots, dem die betrachteten Methoden zur Kostenermittlung und Preisbildung zugrunde liegen. Während der Phase der „Auftragsausführung“ besteht das Ziel, ein möglichst aktuelles Kostenbild, das die bereits angefallenen und per Bauende zu erwartenden Kosten entsprechend ihrer Verursachung widerspiegelt, den zu erwartenden Erlösen eines Bauauftrags gegenüberzustellen, um Aussagen für die (weitere) Steuerung der Bauausführung zu erlangen. In diesem Zusammenhang ist der aktuelle Stand der bereits erbrachten Bauleistungen kosten- und erlösseitig zu ermitteln sowie der Bauauftrag gegenüber dem Auftraggeber abzurechnen.

Der Abschnitt 2.5, „Methoden zur Auftragsausführung“ betrachtet spezifische Methoden, die der Bauauftragsrechnung während der Bauausführung zugrunde liegen und zu bestimmten Funktionalitäten im Informationssystemen führen. Um die zu erwartenden Erlöse den ermittelten Kosten gegenüberzustellen, existiert die funktional unterstützte Methode zur Festschreibung der EP's, welche der folgende Abschnitt erörtert. Auf dieser Methode basiert auch die Berechnung des Deckungsbeitrags, welcher Aussagen zum aktuellen Stand der Baustelle sowie eine Prognose auf das zum Bauende zu erwartende

Ergebnis ergibt. Weitere zu betrachtende Methoden, auf denen spezielle Funktionalitäten im Informationssystem beruhen, betreffen die Leistungsmittlung des aktuellen Stands der erbrachten Bauleistung sowie deren Abrechnung.

### 2.5.2 Festschreibung der Einheitspreise

Die implementierten Algorithmen zur Preisbildung unterstützen während einer Angebotskalkulation eine Abhängigkeit des EP's einer LV-Position von seinen preisbestimmenden Anteilen, wie den EKT, dem BGK-Anteil und einem erhobenen EZ, so daß sich Änderungen in den Kalkulationsansätzen oder in der Bezuschlagung unmittelbar im EP einer LV-Position auswirken. Da das vordergründige Ziel einer Angebotskalkulation darin besteht, den EP einer LV-Position zu bestimmen, sind die Funktionalitäten im unterstützenden System auf diese ständige Aktualisierung des EP's ausgerichtet. Wenn ein Bauunternehmen einen Bauauftrag erhält, ist der im Ergebnis einer Vertragsverhandlung entstandene Vertragsgegenstand im Informationssystem zu fixieren. Dies bedeutet in der Regel, daß ein verhandelter EP einer LV-Position zu diesem Zeitpunkt feststeht und somit von seinen in der Kalkulation abgebildeten preisbestimmenden Anteilen unabhängig wird.

**Festpreiskennung:** Die Festschreibung der EP's ist eine unterstützende Funktionalität im Informationssystem, die ausgelöst durch das Setzen einer spezifischen Festpreiskennung (s. auch „spezifische Kennung einer LV-Position“, Abschnitt 2.3.3, „LV-Position“) den EP einer LV-Position vom Mechanismus der Preisbildung abkoppelt, so daß Änderungen in den preisbildenden Anteilen keine Auswirkungen auf den EP haben. Das Setzen der Festpreiskennung kann unterstützt durch spezifische Funktionalitäten im Informationssystem für alle LV-Positionen oder bestimmte LV-Elemente erfolgen. Mit dem Setzen der Festpreiskennung einer LV-Position besteht die Möglichkeit, den EP der LV-Position auch bereits während der Angebotskalkulation vorzugeben, um ggf. von der Kalkulation abweichende Preisvorstellungen umzusetzen. Dieser Fall liegt ebenfalls vor, wenn infolge der Vertragsverhandlung ein EP gegenüber dem im Angebot ursprünglich kalkulierten EP abgeändert wird.

Ein im System implementierter Mechanismus der Festpreiskennung ist Grundlage für die Auftragskalkulation und Arbeitskalkulation. Die auf o.g. Weise vertraglich „festgeschriebenen“ EP's bilden in Multiplikation mit der LV-Menge die Gesamtbeträge der LV-Positionen. Durch die Festschreibung der EP's besteht in der Arbeitskalkulation die Möglichkeit, die Differenz zwischen den EKT und dem EP einer LV-Position auszuwerten. Diese Auswertungen ergeben eine positionsbezogene „Marge“, welche in die Berechnung des Deckungsbeitrags einer Baustelle einfließt.

### 2.5.3 Deckungsbeitrag

Eine Aufgabe der Arbeitskalkulation besteht in der positionsbezogenen Ermittlung und Abbildung der per Bauende für die zu erbringende Bauleistung zu erwartenden Kosten. Diese Kosten entsprechend ihrer Ursache über den Verlauf der Bauausführung zu verfolgen

und dabei ggf. Tendenzen zur Kostenentwicklung frühzeitig zu erkennen, macht die Arbeitskalkulation zu einem Steuerungsinstrument. Das im Stand einer Arbeitskalkulation hinterlegte Kostenbild wird während der Bauausführung ständig an die aktuelle Kostensituation auf der Baustelle angepaßt, so daß für bereits erbrachte Bauleistungen zugleich eine Nachkalkulation und für noch zu erbringende Bauleistungen eine Kostenprognose vorliegt. Auf der Grundlage des Stands einer Arbeitskalkulation besteht die Möglichkeit, die positionsbezogen ermittelten Kosten den zu erwartenden Einnahmen gegenüber zu stellen. Aus dieser Gegenüberstellung sind Aussagen über das sowohl positionsbezogene Ergebnis als auch zu erwartende Gesamtergebnis des Bauauftrags abzuleiten.

**Erlöse:** In der baubetrieblichen Praxis hat sich für die zu erwartenden (geplanten) Einnahmen im Umfeld der Bauauftragsrechnung der Begriff „Erlöse“ etabliert. Bezogen auf die Arbeitskalkulation entsprechen „Erlöse“ dem geplanten Auftragswert, der zum aktuellen Zeitpunkt existiert. Ein im Zuge der Vertragsverhandlung mit dem Auftraggeber vereinbarter Nachlaß, der auch Ergebnis einer Pauschalierung sein kann, wirkt erlösmindernd. In der Regel entspricht der im Stand einer Arbeitskalkulation abgebildete Erlös einer LV-Position bezogen auf die ME dem festgeschriebenen EP sowie ggf. abzüglich eines resultierenden Nachlaßanteils, der sich aus den Nachlässen übergeordneter LV-Elemente und dem Positionsnachlaß ergeben kann. Der aktuelle Auftragswert eines Bauauftrags ergibt sich aus den Erlössummen des sog. „Erstvertrags“ zuzüglich oder abzüglich aller beauftragter Nachträge.

**Deckungsbeitrag:** Neben der o.g. Kostenermittlung besteht ein weiteres Ziel einer Arbeitskalkulation in der Feststellung sowie Prognose der Ergebnisse einer Baustelle. Auf der Grundlage eines Stands einer Arbeitskalkulation, der eine positionsbezogene Kosten- und Erlösabbildung bezogen auf die per Bauende auszuführenden Mengen (VA-Mengen) enthält, besteht in der Bauauftragsrechnung die Möglichkeit, eine Gegenüberstellung von Erlösen und Kosten abzuleiten. Der Deckungsbeitrag (DB) entspricht einem abgeleiteten Betrag, der sich aus der Differenz der Erlöse für Bauleistungen, die innerhalb eines betrachteten Zeitraums erbracht und bewertet wurden, und den leistungsabhängigen Kosten in diesem Zeitraum ergibt.

Die Berechnung eines DB's auf der Ebene einer LV-Position ergibt Aussagen über die leistungsbezogene Kostendeckung innerhalb der Position. Insofern berücksichtigt der positionsbezogene DB die sog. „variablen“ Kosten, welche für die Leistung aufzuwenden sind. Da per Bauende ein Bezug auf die VA-Menge existiert, können diese Aussagen u.a. der örtlichen Bauleitung als Steuerungsinformation für die weitere Ausführung der jeweiligen Position dienen. Abgebildete Mehrkosten sind aus den Kalkulationsansätzen in ihrer Ursache erkennbar und durch geeignete Maßnahmen, wie z.B. dem Einsatz anderer Ressourcen, zu beeinflussen. Unter Abzug eines Anteils für AGK, die als sog. „fixe“ Kosten keinen direkten Bezug auf die Position besitzen, sind Aussagen über das positionsbezogene Ergebnis bezüglich Über- oder Unterdeckung abzuleiten.

Die Berechnung eines Deckungsbeitrags auf der Ebene des Projekt-LV's, d.h. über alle LV-Positionen, ergibt einen mittleren Deckungsbeitrag. Da der mittlere DB aus dem

Stand einer aktuellen Arbeitskalkulation die zu erwartenden Erlöse den zu erwartenden HSK bezogen auf die VA-Mengen gegenüberstellt, folgt eine prognostische Aussage über das per Bauende zu erwartende Ergebnis der Baustelle insgesamt.

$$\boxed{\text{mittlerer DB} = \sum \text{Erlöse} - \sum \text{HSK}}$$

In dieser Form entspricht der mittlere DB einem Beitrag zur Deckung der fixen Kosten und zur Erwirtschaftung eines Gewinns. Das Ergebnis des Bauauftrags ermittelt sich somit aus dem mittleren DB unter Abzug der AGK als fixe Kosten des Bauunternehmens. Da sich die Bauauftragsrechnung ausschließlich mit der Ermittlung von Sollgrößen befaßt, ist der betrachtete DB als sog. „Soll-DB“ zu interpretieren.

### 2.5.4 Leistungsermittlung

Indem die VA-Menge als Rechenmenge ausgewertet wird, bezieht sich die Berechnung des DB's auf die Bauleistungen, die per Bauende zu erbringen sind. Das Auftragsvolumen sowie der vorgesehene Fertigstellungstermin bestimmen in der Regel die Dauer der Ausführung eines Bauauftrags. Insbesondere eine längere Ausführungsdauer, aber auch spezielle Vertragsformen, wie z.B. Pauschalverträge, machen eine Ermittlung von Zwischenergebnissen über den aktuellen Stand der Kosten und Erlöse erforderlich. Das Ziel diesbezüglicher Ermittlungen besteht in der Sicht auf den Kosten- und Erlösverlauf einer Bauausführung, um möglichst frühzeitig Tendenzen bezogen auf das per Bauende zuerwartende Ergebnis ableiten zu können. In der Bauauftragsrechnung entspricht die Leistungsermittlung einem Vorgang zur Ermittlung der Erlöse für bereits erbrachte Bauleistungen.

**Bauleistung:** Da innerhalb der Bauauftragsrechnung zur Klassifizierung von Kosten die wertmäßige Bedeutung wesentlich ist, steht diese für den Begriff „Leistung“ ebenfalls im Vordergrund. Unter Berücksichtigung der wertmäßigen Bedeutung ist Leistung „das bewertete Resultat der betrieblichen Tätigkeit“ [KLR Bau 1995, S.16] - also der wertmäßige Ausdruck der von einem Unternehmen erzeugten Güter oder Dienstleistungen. Die im Bauunternehmen erzeugten Güter sind Bauleistungen, die in ihrer Gesamtheit zu einem Bauwerk führen. Der Begriff „Bauleistung“ ist in der VOB definiert. „Bauleistungen sind Arbeiten jeder Art, durch die eine bauliche Anlage hergestellt, instandgehalten, geändert oder beseitigt wird“ [§1 VOB/Teil A]. Für das Bauunternehmen umfaßt der Leistungsbegriff sowohl die für den Markt bestimmten Leistungen als auch die innerbetrieblichen Leistungen. Die für den Markt bestimmten Leistungen lassen sich besser mit dem Begriff „Absatz“ bezeichnen, der den Erlös im Sinne von „Einnahmen“ betrachtet. Die innerbetriebliche Leistung ist nicht automatisch identisch mit diesen Einnahmen.

Die Leistung aus innerbetrieblicher Sicht ist eine stichtagsbezogene Kenngröße zur Bewertung einer Baustelle. Mit ihrer Hilfe können im Verlauf der Bauzeit Aussagen über den jeweils aktuellen Stand der Baustelle im Verhältnis zum Gesamtauftrag getroffen werden. Diese Aussagen sind insbesondere bei Pauschalverträgen von Bedeutung. Um den Stand

der Baustelle beurteilen zu können, ist eine präzise Leistungsermittlung zwingend. Sie ist die Voraussetzung für die Durchführung einer exakten Kosten- und Leistungskontrolle. Die nachfolgenden Betrachtungen beziehen sich auf die innerbetriebliche Leistung und die in der Bauauftragsrechnung zugrunde liegenden Methoden der Leistungsermittlung.

**Berichtszeiträume:** Der innerbetrieblichen Auswertung von Kosten und der Ermittlung von Leistungen liegt die Aufteilung der Bauzeit in Berichtszeiträume (BZ) zugrunde. Die Aufteilung in BZ erfolgt firmenindividuell und wird in der Regel durch die innerbetrieblichen Zyklen des externen Rechnungswesens vorgegeben. Für die Abrechnung von Bauleistungen gegenüber dem Auftraggeber (AG) werden für den Bauauftrag auch Abrechnungszeiträume (AZ) festgelegt. Da AZ den vertraglich vereinbarten Abrechnungsmodus vorgeben, können AZ und die Rechnungslegung mit BZ übereinstimmen, müssen es aber nicht. Das entsprechend der vorgegebenen Zeiteinheit, wie z.B. Tag, vorgesehene Enddatum eines Berichtszeitraums definiert in der Regel einen sog. „Stichtag“, auf den sich Kostenauswertungen, Leistungsermittlung und ggf. Soll-Ist-Vergleichsrechnungen beziehen.

**Leistungsermittlung:** Die Leistungsermittlung umfaßt die Berechnung der Leistungswerte für Bauleistungen pro LV-Position auf der Basis von LE-Mengen, welche bis zu einem vorgegebenen „Stichtag“ erbracht wurden. Die stichtagsbezogenen LE-Mengen werden in der Regel als Werte per Berichtszeitraum erfaßt oder ermittelt, d.h. es wird die erbrachte Gesamtmenge der jeweiligen LV-Position betrachtet. Für die Erfassung von LE-Mengen besteht in der Praxis das Problem einer kontinuierlichen Mengenermittlung, da ein Mengenzuwachs vor Ort ggf. schwierig nachzuvollziehen ist. Zur Unterstützung der Mengenermittlung stehen im Informationssystem entsprechende Funktionalitäten zur Verfügung, die in der Regel auf der Eingabe von Aufmaßdaten basieren. In Ermangelung automatisierter Verfahren zur Betriebsdatenerfassung ist der manuelle Bearbeitungsaufwand zur Erfassung von LE-Mengen teilweise sehr hoch. Um den Bearbeitungsaufwand zur örtlichen Aufmaßbearbeitung zu senken, kommen zur Bereitstellung der LE-Mengen in der Praxis alternative Methoden, wie die Mengenermittlung nach Plan aber auch Schätzmethode zur Anwendung.

Aus der Literatur und Praxis sind zur Leistungsermittlung die Methoden „Leistung nach vertraglichen Einheitspreisen“ und „Leistung auf der Basis des Deckungsbeitrags“ bekannt [RiB/0800 2000, S.140ff]. Diese in Informationssystemen durch implementierte Algorithmen unterstützte Methoden zur Leistungsermittlung können für eine formale Aufbereitung der Bauauftragsrechnung vorausgesetzt werden und sind kein Gegenstand weiterer Betrachtungen.



## 2.6 Vergabe von NU-Leistungen

### 2.6.1 Allgemeines

Die bisherigen Ausführungen zu Methoden und Verfahren, die der Bauauftragsrechnung zugrunde liegen, gehen von Bauunternehmen in der Rolle des Auftragnehmers für einen Bauauftrag aus. Aus dieser Sichtweise wurden u.a. LV und Kalkulationsverfahren betrachtet, die für die Gestaltung von Funktionalitäten im Informationssystem wesentlich sind. Bei der Erörterung der Kalkulationsverfahren, insbesondere den Methoden zur Ermittlung der EKT, erfolgte keine Unterscheidung zwischen der Kostenermittlung für eigene und fremde Leistungen. Zur Durchführung eines Bauvorhaben werden Leistungen, die durch ein Bauunternehmen als AN aus technischen Gründen nicht erbracht werden können oder in Eigenleistung nicht wirtschaftlich zu erbringen sind, durch das Bauunternehmen an Nachunternehmer (NU) vergeben. Formal betrachtet, wird das Bauunternehmen in diesem Fall zum Generalunternehmer (GU). Damit verbunden ergeben die in der Bauauftragsrechnung zu betrachtenden vertraglichen Sichten für einen GU eine Doppelrolle einerseits als Auftragnehmer (AN) und andererseits als Auftraggeber (AG). Diese Doppelrolle eines GU's stellt besondere Anforderungen an die unterstützenden Funktionalitäten der Informationssysteme zur Bauauftragsrechnung.

Im Zusammenhang mit der Rolle eines Bauunternehmens als GU hat der Abschnitt 2.6, „Vergabe von NU-Leistungen“ zur Zielstellung, Methoden zur Vergabe von Bauleistungen an NU zu erörtern, die zur Unterstützung der Bauauftragsrechnung in Systemen implementiert sind. Der folgende Abschnitt betrachtet zunächst Besonderheiten der Vertragsformen GU-Vertrag und NU-Vertrag, welche sich aus den vertraglichen Sichten und der Doppelrolle eines GU's als AN und AG ergeben.

### 2.6.2 GU-Vertrag und NU-Vertrag

Eine Vergabe von NU-Leistungen erweitert für ein Bauunternehmen das zu betrachtende vertragliche Umfeld. Die Anforderungen aus dem vertraglichen Verhältnis zum AG, die durch einen GU-Vertrag zum Ausdruck kommen, führen zu einem vertraglichen Verhältnis des GU's als AG und bedingen somit einen NU-Vertrag. Beide vertraglichen Seiten stehen bei der Bearbeitung der Bauauftragsrechnung im Zusammenhang und sind im Informationssystem abzubilden.

**GU-Vertrag:** Einen GU-Vertrag schließt ein GU als AN mit einem AG zur Durchführung eines Bauvorhabens ab. Das Bauvorhaben wird durch den GU eigenverantwortlich realisiert. Der GU ist für die im GU-Vertrag erbrachten Bauleistungen gegenüber dem AG gewährleistungspflichtig. Insofern beinhalten GU-Verträge neben der Leistungsbeschreibung in der Regel zusätzliche Vertragskonditionen, wie z.B. Sicherheitseinbehalte, Gewährleistungseinbehalte, Vertragserfüllungsbürgschaften usw. Soweit sich die zusätzlichen Konditionen auf Kosten und Erlöse auswirken, besteht die Notwendigkeit, diese Konditionen für die Bearbeitung der Bauauftragsrechnung im Informationssystem abzu-

bilden. Werden bestimmte Leistungen eines GU-Vertrags als sog. „NU-Leistungen“ an einen NU vergeben, führt die Vergabe zum Abschluß eines NU-Vertrags durch den GU.

Da ein GU für alle Bauleistungen im GU-Vertrag verantwortlich ist, besteht kein vertragliches Verhältnis zwischen dem AG des GU-Vertrags - in der Regel der Bauherr - und den Nachunternehmern. Für die äußere Sicht auf einen GU-Vertrag, d.h. die Sicht auf das vertragliche Verhältnis zwischen dem AG und dem GU, hat die ausführungsbezogene Abbildung von NU-Leistungen keine Bedeutung, da der AG in der Regel keinen direkten Einfluß auf die Vergabe von NU-Leistungen ausübt. Dieser Sachverhalt hat auch Auswirkungen auf NU-seitig-gestellte Nachträge und die Gewährleistung durch einen NU, die zunächst nur im vertraglichen Verhältnis gegenüber dem GU als AG des NU's wirksam sind.

In der Praxis liegt der Schwerpunkt bei GU-Verträgen - insbesondere bei sog. „schlüsselfertigen“ Bauvorhaben - auf dem Teilpauschal- oder Pauschalvertrag. Diese Vertragsformen erfordern zusätzliche Aufwendungen zur Vorbereitung einer Angebotskalkulation, da in der Regel keine LV-bezogene Ausschreibung der Bauleistungen vorliegt und ein dem Bauvorhaben zugrunde liegendes LV zuerst durch das Bauunternehmen zu erstellen ist. Im Auftragsfall bestehen besondere Ansprüche an die Qualität beim Baustellen-Controlling sowie an die Arbeitskalkulation und die Leistungsermittlung. Ist bei Pauschalaufträgen keine mengenmäßige Abrechnung der einzelnen LV-Positionen vorgesehen, kommt der Erfassung und Auswertung stichtagsbezogener LE-Mengen besondere Bedeutung zur internen Darstellung der aktuellen Kosten- und Erlössituation der Baustelle zu.

**NU-Vertrag:** Ein NU-Vertrag bildet das vertragliche Verhältnis eines GU's als AG zu einem von ihm beauftragten NU als AN über bestimmte Leistungen aus einem GU-Vertrag ab. Das bedeutet, aus dem Gesamtumfang der Bauleistungen, die durch einen GU zu realisieren sind, werden bestimmte Leistungen an einen oder mehrere NU als AN vergeben. In der Regel ist der jeweilige NU für die von ihm erbrachten Bauleistungen gegenüber seinem AG, d.h. dem GU, gewährleistungspflichtig. Für die Gewährleistungspflicht eines GU's gegenüber seinem AG ist auch der Zusammenhang zum NU-Vertrag zu betrachten. Besteht durch den AG an den beauftragten GU ein Gewährleistungsanspruch im Rahmen der Gewährleistungspflicht des GU's gegenüber seinem AG, z.B. bestimmte Leistungen nachzubessern, die zuvor durch einen NU erbracht wurden, so kann der GU in der Regel einen Gewährleistungsanspruch an den NU geltend machen. Besteht keine Möglichkeit für einen GU, Gewährleistung durch einen NU in Anspruch zu nehmen, trägt dieser GU im Rahmen seiner Gewährleistungspflicht die anfallen Kosten. Für derartige Fälle sind beim GU Rückstellungen, z.B. aus den vertraglich vereinbarten Gewährleistungseinhalten der NU-Verträge, zu bilden.

Eine weitere Besonderheit betrifft die NU-seitig-gestellten Nachträge an einen GU als AG. Ob ein GU einen NU-seitig-gestellten Nachtrag, der für den GU in der Regel mit Mehrkosten verbunden ist, an den AG des GU-Vertrags „durchreichen“ kann, hängt von technischen und vertraglichen Gegebenheiten ab. Wenn z.B. bei einem Pauschalauftrag Fehler in der Mengenermittlung beim GU zu zusätzlichen Beauftragungen beim NU führen, sind die entstehenden Mehrkosten zumeist durch den GU abzudecken.

Ähnlich wie beim GU-Vertrag sind auch bei einem NU-Vertrag unterschiedliche Vertragsformen - insbesondere abrechnungstechnisch - möglich, wobei der GU die Vertragsform bestimmt. Mit einem NU werden zumeist Leistungsverträge auf LV-Basis abgeschlossen, die ggf. auch pauschaliert sind.

### 2.6.3 Projekt-LV und NU-LV

Aus der besonderen Rolle, die sich für einen GU ergibt, leiten sich entsprechende Anforderungen an die Informationssysteme zur Bauauftragsrechnung ab, beide vertragliche Sichten abzubilden. Diese Anforderungen werden durch Abbildung der GU-Vertragsseite mit einem Projekt-LV und der NU-Vertragsseiten mit entsprechenden NU-LV's unter einem gemeinsamen Projekt für das Bauvorhaben unterstützt.

**Projekt-LV:** Unter einem Projekt-LV werden alle dem Bauvorhaben zugrunde liegenden „externen“ und „internen“ LV's zusammengefaßt, die für einen GU zur Angebotsbearbeitung bzw. zur Auftragsabwicklung erforderlich sind. Insofern verwaltet ein Projekt-LV alle LV-Positionen, die in eigener und fremder Leistung erbracht werden. Vor der Auftragsausführung bildet ein Projekt-LV die Basis für die Bearbeitung der Angebotskalkulation, in der alle zugehörigen LV's des Bauauftrags einbezogen sind, wie z.B. LV's für Rohbau, Ausbau, haustechnische und elektrotechnische Anlagen. Diese LV's können ggf. aus unterschiedlichen Quellen stammen und werden im Informationssystem gemeinsam verwaltet und kalkuliert. Mit der Auftragsübernahme bildet ein Projekt-LV die Grundlage für die Auftragskalkulation. Die Auftragssumme faßt dabei die LV-Summen aller zugehörigen „externen“ LV's zusammen. Während der Auftragsausführung bildet das Projekt-LV die Grundlage für die Arbeitskalkulation. Die Erlössumme in der Arbeitskalkulation ergibt sich aus den Auftragssummen des Erstvertrags und allen beauftragten Nachträgen, denen entsprechende Nachtrags-Positionen im Projekt-LV zugeordnet werden. Die Abrechnungssumme für den Bauauftrag leitet sich somit nur aus den Erlöswerten beauftragter LV-Positionen im Projekt-LV ab.

**NU-LV:** Ein NU-LV entsteht, wenn durch einen GU ein LV für Bauleistungen gebildet wird, die durch einen NU zu erbringen sind. Im Informationssystem wird die Bildung eines NU-LV's durch Funktionalitäten unterstützt, die eine gezielte Übernahme von Bauleistungen aus einem Projekt-LV ermöglichen. Dabei wird vorausgesetzt, daß die an einen NU zu vergebenden Bauleistungen bereits als Bestandteil im Projekt-LV enthalten sind. Sind die an einen NU zu vergebenden Bauleistungen nicht im Projekt-LV enthalten, kann eine separate Erstellung oder ggf. ein Import des NU-LV's in das System sowie die anschließende Einbindung in das Projekt-LV erfolgen. Wenn z.B. durch ein externes Planungsbüro ein LV für die elektrotechnische Anlage eines Bauvorhabens erstellt wurde, sind diese NU-Leistungen als Bestandteil der GU-Leistungen in das Projekt-LV einzubinden.

Liegt ein NU-LV vor, kann es die Grundlage einer Anfrage bzw. Ausschreibung am Markt sein. Dabei besteht die Möglichkeit, nach entsprechender Preisauswertung mit Hilfe

eines Preisspiegels einen Bieter auszuwerten. Um die Angebotspreise eines solchen Bieters - z.B. bei der Bearbeitung der Angebotskalkulation - zu verwerten, existieren in Informationssystemen Funktionalitäten, die auf einer logischen Beziehung zwischen dem Projekt-LV und NU-LV beruhen. Diese logische Beziehung bringt zum Ausdruck, daß der Vertragsgegenstand eines NU-Vertrags in der Regel Bauleistungen umfaßt, die im Rahmen eines GU-Vertrags zu erbringen sind. Insofern besteht ein Zusammenhang zwischen einem Projekt-LV und zugehörigen NU-LV's, auf dem ein Austausch bzw. Abgleich von Informationen beider vertraglicher Seiten beruht.

**Beziehung Projekt-LV und NU-LV:** Eine Beziehung zwischen einem Projekt-LV und einem NU-LV wird durch die Art und Weise der Bildung von NU-LV's bestimmt. Die Tabelle 2.3 zeigt Beziehungsmöglichkeiten zwischen LV-Elementen im Projekt-LV und NU-LV, die aus der Sicht der Praxis in den Systemen zur Bauauftragsrechnung zu unterstützen sind.

Projekt-LV	Beziehung	NU-LV	Erläuterung
LV-Gruppe	1:1	LV-Gruppe	Eine LV-Gruppe im Projekt-LV ergibt eine LV-Gruppe im NU-LV.
Position	1:1	Position	Eine Position im Projekt-LV ergibt eine Position im NU-LV.
Position 1	N: 1	Position	Mehrere Positionen im Projekt-LV ergeben eine Position im NU-LV, die auch pauschal sein kann.
Position 2			
Position N			
Position Unterposition	1:1	Position	Eine Unterposition im Projekt-LV ergibt eine Position im NU-LV.
Position 1 Unterposition 1	N:1	Position	Mehrere Unterposition im Projekt-LV ergeben eine Position im NU-LV, die auch pauschal sein kann.
Position 2 Unterposition 2			
Position N Unterposition N			
LV- Gruppe	1:M	Position 1	Mehrere Positionen im NU-LV ergeben eine pauschale LV-Gruppe im Projekt-LV.
		Position 2	
		Position M	
Position	1:M	Position 1	Mehrere Positionen im NU-LV ergeben eine Position im Projekt-LV.
		Position 2	
		Position M	

Tabelle 2.3: Beziehungsmöglichkeiten Projekt-LV und NU-LV

Für eine technische Umsetzung im Informationssystem kommen zur Verwaltung dieser Beziehungsmöglichkeiten zwei Varianten in Betracht. Die eine Möglichkeit besteht darin,

die LV-Elemente eines NU-LV's als Ausschnitt bzw. separate Sicht auf das Projekt-LV in einer 1:1 Beziehung abzubilden. Dabei existiert kein eigenständiges NU-LV, sondern nur eine NU-bezogene Sichtweise auf die LV-Elemente im Projekt-LV. Der Vorteil dieser Form der Abbildung von NU-Leistungen besteht in der gegenseitigen Änderbarkeit, d.h. Änderungen z.B. in den Mengen oder im Lang- bzw. Kurztext sind in jeder Sichtweise wirksam. Entscheidender Nachteil ist die begrenzte Flexibilität dieser 1:1-Beziehung, welche den in der baubetrieblichen Praxis auftretenden Anforderungen an die NU-Vergaben - insbesondere bei umfangreichen Bauvorhaben - nicht gerecht wird. So können z.B. NU-Leistungen nicht im Projekt-LV zusammengefaßt oder mit eigenständiger Ordnungszahl verwaltet werden.

Eine zweite Möglichkeit besteht darin, ein „physisch“ autarkes NU-LV zu bilden. Die Bildung eines solchen NU-LV's kann durch Kopieren von LV-Elementen aus dem Projekt-LV erfolgen, soweit die zu vergebenden NU-Leistungen als LV-Positionen im Projekt-LV vorliegen. Sind die NU-Leistungen nicht im Projekt-LV enthalten, kann ein eigenständiges NU-LV erstellt und durch einen Kopiervorgang in das Projekt-LV übertragen werden. In beiden Fällen stellt das NU-LV ein eigenständiges LV dar, das die vertragliche Basis für die gegenüber dem GU zu erbringenden NU-Leistungen definiert. Zwischen den LV-Elementen im Projekt-LV und im NU-LV besteht eine logische Beziehung, die einen Austausch oder Abgleich von Informationen beider Seiten ermöglicht. Obwohl ein NU-LV somit im Informationssystem eigenständig existiert, können z.B. Kosten-, Mengen- und Preisinformationen nach vorgegebenen Regeln abgeglichen werden. Entscheidender Vorteil dieser getrennten Verwaltung der Projekt-LV's und NU-LV's ist eine flexible Zuordnung der einzelnen LV-Elemente, welche sich besonders bei umfangreichen Bauvorhaben praxisgerecht gestalten läßt.

**Dynamik der Beziehung Projekt-LV zu NU-LV:** Über die Phasen einer Projektbearbeitung besteht für einen GU das grundsätzliche Problem, daß die Beziehung zwischen dem Projekt-LV und den NU-LV's dynamisch - also veränderlich - ist. Während der Angebotskalkulation sind die im Auftragsfall später zu vergebenden NU-LV's - z.B. für die Ausbaugewerke - größtenteils nicht konkret. In der Regel ergeben sich im Auftragsfall konkretisierte NU-LV's, die mit den LV-Positionen des Projekt-LV's u.U. nicht mehr übereinstimmen. Kalkulierte Kosten werden zu Budgets und müssen diesen konkretisierten NU-LV's gegenübergestellt werden. Aus einer in der Angebotsphase entstandenen 1:1-Beziehung zwischen den Positionen entsteht durch eine Konkretisierung ggf. eine 1:M-Beziehung usw.

Ein NU-LV steht zwar in logischer Verbindung zu einem Projekt-LV, hat aber seine Eigenständigkeit. Das bedeutet, es kann vom Projekt-LV in Struktur, Leistungsbeschreibung, Menge und EP differieren. Dieser Sachverhalt macht die Analyse und Bewertung der NU-Leistungen in der Praxis oftmals schwierig. Für einen GU ist es zwingend, durch geeignete Organisation und den Einsatz von Verfahren zur NU-Vergabekontrolle entsprechende Informationen für die Baustellensteuerung bereitzustellen.

### 2.6.4 Kostenermittlung von NU-Leistungen

Die Durchführung der Bauauftragsrechnung bezieht sich auf die Gesamtheit aller Bauleistungen einer Baumaßnahme. Die Kalkulation einer Baumaßnahme erfolgt durch einen GU auf der Grundlage des Projekt-LV's, da nur im Projekt-LV die aufzuwendenden Kosten aller Leistungen, einschließlich der BGK sowie der Endzuschlag Berücksichtigung finden können. Die Kostenermittlung im Projekt-LV enthält neben den Leistungen, die als „Eigenleistung“ zur Ausführung kommen, die Kosten für fremde Leistungen, die durch NU zu erbringen sind. Insofern sind NU-Leistungen als Bestandteil in die Kalkulation eines Projekt-LV's einbezogen. Die NU-Leistungen betreffende LV-Positionen im Projekt-LV, enthalten EKT, welche den „Einkaufspreisen“ für die NU-Leistungen entsprechen. Die nachfolgend betrachtete Methode bezieht sich auf die Ermittlung der EKT von LV-Positionen im Projekt-LV, die NU-Leistungen entsprechen.

**EKT der NU-Leistungen:** Prinzipiell werden NU-Leistungen in der Kalkulation wie Eigenleistungen behandelt. Das bedeutet, zunächst werden im Projekt-LV die EKT der den NU-Leistungen entsprechenden LV-Positionen ermittelt. Nach der Ermittlung der EKT aller Positionen des Projekt-LV's erfolgt die Preisbildung entsprechend der im Abschnitt 2.4.6, „Bildung der Einheitspreise“ betrachteten Methodik.

Zur Ermittlung der EKT einer LV-Position, die an einen NU zu vergeben ist, kann z.B. eine Unterposition gebildet werden, in der ein Kostenansatz mit einer Kostenart für den NU enthalten ist. Die verwendete NU-Kostenart ist in der Regel innerhalb der KOA-Struktur des Bauunternehmens enthalten und entspricht einer Gewerke-KOA der diesbezüglichen Gewerkegliederung. So ist es z.B. möglich, eine NU-Kostenart für das Gewerk *Malerarbeiten* in die Kalkulation einzuführen. Diese NU-Kostenart kann im jeweiligen Kostenansatz jeder LV-Position, die zu diesem Gewerk gehört, verwendet werden. Der jeweilige Kostenansatz erhält einen Kostenbetrag pro ME, wobei die ME im Kostenansatz der ME der zugehörigen LV-Position im Projekt-LV entspricht. Die Ermittlung bzw. Festlegung dieses Kostenbetrags pro ME im Kostenansatz kann durch verschiedene Methoden erfolgen.

Zur Ermittlung dieser EKT besteht eine Möglichkeit darin, die Kosten aus den Kostenanteilen gemäß einer Eigenleistung zu kalkulieren. Diese Möglichkeit kommt nur in Betracht, wenn beim GU entsprechende Erfahrungen für die Kostenermittlung fremder Leistungen vorhanden sind. Eine weitere Möglichkeit zur Kostenermittlung besteht durch Übernahme der in einer Wissensbasis gespeicherten Preisinformationen. Eine derartige Wissensbasis kann im System in Form interner Teilleistungskataloge, externer Text- und Preiskataloge sowie bereits bearbeiteter Projekte vorliegen und mit entsprechenden Recherchefunktionalitäten unterstützt werden. Einer automatisierten Übernahme von Preisinformationen sind aufgrund der hierfür notwendigen Mechanismen zum Vergleich von Leistungen in den Systemen Grenzen gesetzt. Da der gegenwärtige Stand der Technik keine effektiven Verfahren unterstützt, die Semantik von LV-Positionen im System zu erkennen, bleiben Preisrecherchen für Leistungen derzeit auf reine Textvergleiche oder Katalogschlüssel beschränkt.

Weitere Möglichkeiten zur Ermittlung der EKT von NU-Leistungen sind durch die logische Beziehungen zwischen den LV-Positionen im Projekt-LV und zugeordneten NU-LV-Positionen vorhanden. Auf der Grundlage dieser Beziehungen kann eine Übernahme von Bieterpreisen aus einem Preisspiegel oder Vergabepreisen aus einem bereits vergebenen NU-LV in die Kostenansätze der Kalkulation im Projekt-LV erfolgen.

**Preisspiegel:** Im Ergebnis einer Anfrage oder Ausschreibung von Leistungen mittels NU-LV dient ein zugehöriger Preisspiegel zur Gegenüberstellung der angebotenen Preise, die als Anfrage- oder Angebotspreise bei einem GU eingehen. Der Preisvergleich für Bauleistungen im NU-LV erfolgt auf allen Ebenen der LV-Struktur und kann die zuvor genannten Methoden zur Ermittlung und Preisrecherche in Wissensbasen mit einbeziehen. In Kombination aller Methoden besteht durch einen Einsatz von Preisspiegeln eine breite Grundlage für Preisvergleiche, die marktgerechte Preisaussagen ermöglichen und somit mehr Sicherheit für die Kostenermittlung einer Angebotsbearbeitung bieten. Im derzeitigen Stand der Informationssysteme können Preisspiegel als Bearbeitungsinstrumente für jedes NU-LV erfaßt und nach differenzierten Kriterien sortiert und ausgewertet werden.

Innerhalb der Bauauftragsrechnung wird das Vorgehen zur weiteren Verwertung der Ergebnisse eines Preisspiegels von der Phase einer Auftragsbearbeitung bestimmt. In der Phase „vor Auftragsausführung“, insbesondere während der Angebotskalkulation, kann eine direkte Übernahme von Bieterpreisen aus einem Preisspiegel als EKT in die LV-Positionen eines Projekt-LV's erfolgen, da für ein NU-LV in der Regel noch kein verbogener Auftrag, d.h. kein NU-Vertrag, existiert. Dabei werden die EP's der NU-LV-Positionen eines ausgewählten Bieters in den jeweiligen Kostenansatz der LV-Positionen als Kostenbetrag pro ME gemäß der möglichen Beziehungen zum Projekt-LV übertragen. Nach dieser Methode erfolgt die Kostenermittlung einer NU-Leistung im Projekt-LV mit Unterstützung eines Preisspiegels.

In der Phase „Auftragsausführung“ kann auf der Grundlage des Preisspiegels eine Vergabe der LV-Positionen eines NU-LV's erfolgen. In diesem Fall führen EP's und Nachlässe eines ausgewählten Bieters zu Vergabepreisen im NU-LV, durch deren Übernahme die EKT der zugeordneten LV-Positionen in der Arbeitskalkulation zu steuern sind.





# Kapitel 3

## Strukturen und Ablauf

### 3.1 Allgemeines

Auf der Grundlage der erörterten Methoden und Verfahren ergeben sich fachspezifische Vorgänge, deren Schrittfolge zu einem Bearbeitungsablauf der Bauauftragsrechnung führt. Dabei sind diese Vorgänge durch bestimmte Tätigkeiten ausgeprägt, zu deren Unterstützung in den Systemen Funktionalitäten implementiert wurden, welche die Methoden und Verfahren funktional umsetzen. Die Aufgabenverteilung an verschiedene Mitarbeiter führt dazu, daß Vorgänge und Tätigkeiten zeitweilig nebeneinander, aber auch zeitlich gestaffelt ausgeführt werden. Da eine Ausführung der Tätigkeiten mit der Anwendung von Funktionalitäten einhergeht, bestehen während der Vorgänge Abhängigkeiten und gegenseitige Beeinflussungen in den Systemen. Derartige Abhängigkeiten und Beeinflussungen zu erkennen, erfordert einen Ablauf der Bauauftragsrechnung zu betrachten.

Durch eine Verteilung von Aufgaben an die Mitarbeiter besteht ein direkter Zusammenhang zwischen Strukturen in Bauunternehmen und den fachspezifischen Vorgängen im Ablauf der Bauauftragsrechnung. Insofern kann eine Betrachtung der Vorgänge im Ablauf der Bauauftragsrechnung nicht losgelöst von einer Zuordnung zu Strukturen im Bauunternehmen erfolgen. Aus diesem Grund erörtert das vorliegende Kapitel zunächst derartige Strukturen im Hinblick auf organisatorische und fachspezifische Gesichtspunkte, wodurch sich eine Trennung zwischen Fachbereichen und Fachgebieten ergibt. Diese Strukturen sind zugleich eine Grundlage für eine Vorgabe von Datenbereichen und Zugriffsberechtigungen in den Informationssystemen.

Schwerpunkt dieses Kapitels ist die Beschreibung eines Ablaufs der Bauauftragsrechnung, der aus einer Schrittfolge fachspezifischer Vorgänge besteht, welche durch Anwendung von Funktionalitäten im Informationssystem ausgeführt werden. Die hierfür gewählte Abstraktionsstufe betrachtet zunächst nur Vorgänge, die fachspezifische Tätigkeiten zusammenfassen und steckt damit einen Rahmen für eine weitere Präzisierung der Tätigkeiten ab. Dabei nehmen die nachfolgenden Ausführungen auch Bezug auf den Vorgängen zugrunde liegende Methoden und Verfahren sowie auf die fachlichen und organisatorischen Strukturen, soweit die Abstraktionsstufe der Vorgänge hierfür eindeutige Zuordnungen zuläßt.

## 3.2 Strukturen im Bauunternehmen

### 3.2.1 Unternehmensstruktur

Die Aufgliederung von Bauunternehmen in einzelne Struktureinheiten trägt immer firmenindividuelle Züge. Der Aufbau einer Unternehmensstruktur ist kein fixes Gebilde und hängt von unterschiedlichen Kriterien - wie Firmengröße, Umsatz, Leistungsspektrum oder auch Spartenzugehörigkeit - ab. Eine entwicklungsbedingt entstandene Gliederung in einer Unternehmensstruktur ist dynamisch und kann sich - z.B. aus konjunkturellen Gründen - jederzeit ändern. Da strukturelle Veränderungen auf die Bearbeitung der Bauauftragsrechnung Einfluß haben, müssen die unterstützenden Systeme diese Dynamik berücksichtigen.

In größeren Bauunternehmen sind zumeist hierarchisch gegliederte Unternehmensstrukturen vorhanden, die z.B. bei einem Baukonzern aus einer Hauptverwaltung (HV), Hauptniederlassungen (HNL), Niederlassungen (NL) und Zweigniederlassungen (ZN) bzw. Außenstellen (AST) bestehen können. Die HV und HNL sind zumeist als „Stabsbereiche“ den NL oder ZN übergeordnet. Neben der allgemeinen Verwaltung wirken in ihnen auch zentrale Struktureinheiten als spezielle Fachbereiche - wie z.B. ein „Zentralbereich Schlüsselfertigbau“ (ZSB), ein „Technisches Büro“ (TB) oder ein Zentralbereich „Einkauf“. Niederlassungen unterstehen entweder direkt einer HV oder - in der Regel - einer HNL. Da NL, ZN oder AST für die unmittelbare Bauausführung verantwortlich sind und in der Regel eigenverantwortlich wirtschaften, werden die Baustellen diesen Struktureinheiten zumeist direkt untergeordnet.

Die Unternehmensstruktur in einem Bauunternehmen hat wesentlichen Einfluß auf die gesamte Auftragsabwicklung und stellt Anforderungen an die Informationssysteme zur Unterstützung der Bauauftragsrechnung. Die gemeinsame Bearbeitung von diesbezüglichen Aufgaben kann an beliebigen Standorten auch im Zusammenwirken von Mitarbeitern unterschiedlicher Struktureinheiten erforderlich sein, was eine flexible Gestaltung der Funktionalitäten und Informationszugriffe der Arbeitsumgebungen im System bedingt. Der folgende Abschnitt greift die Gliederung nach Fachbereichen heraus, welche als Strukturelemente den organisatorischen Aufbau einer in der Bauauftragsrechnung eigenständig agierenden Struktureinheit bestimmen.

### 3.2.2 Fachbereiche

Fachbereiche gliedern den Aufbau einer Struktureinheit im Bauunternehmen nach funktionalen und organisatorischen Gesichtspunkten in einzelne Strukturelemente, in denen Mitarbeiter mit ihren unterschiedlichen Aufgabengebieten und Tätigkeiten zugeordnet sind. Die vorliegenden Ausführungen betrachten Fachbereiche im Bauunternehmen im Hinblick auf eine Zuordnung zu Vorgängen und Tätigkeiten im Ablauf der Bauauftragsrechnung sowie als Grundlage für ein Organisationsmodell. Die Abbildung 3.1 zeigt eine Übersicht über mögliche Fachbereiche in einem Bauunternehmen. Ob diese Fachbereiche im konkreten Fall tatsächlich im Bauunternehmen vorkommen und in welcher Form sie in einer Unternehmensstruktur untergebracht sind, läßt sich nicht verallgemeinern. Die Auf-

gabenteilung im Bauunternehmen untergliedert in der Regel technische und kaufmännische Fachbereiche.

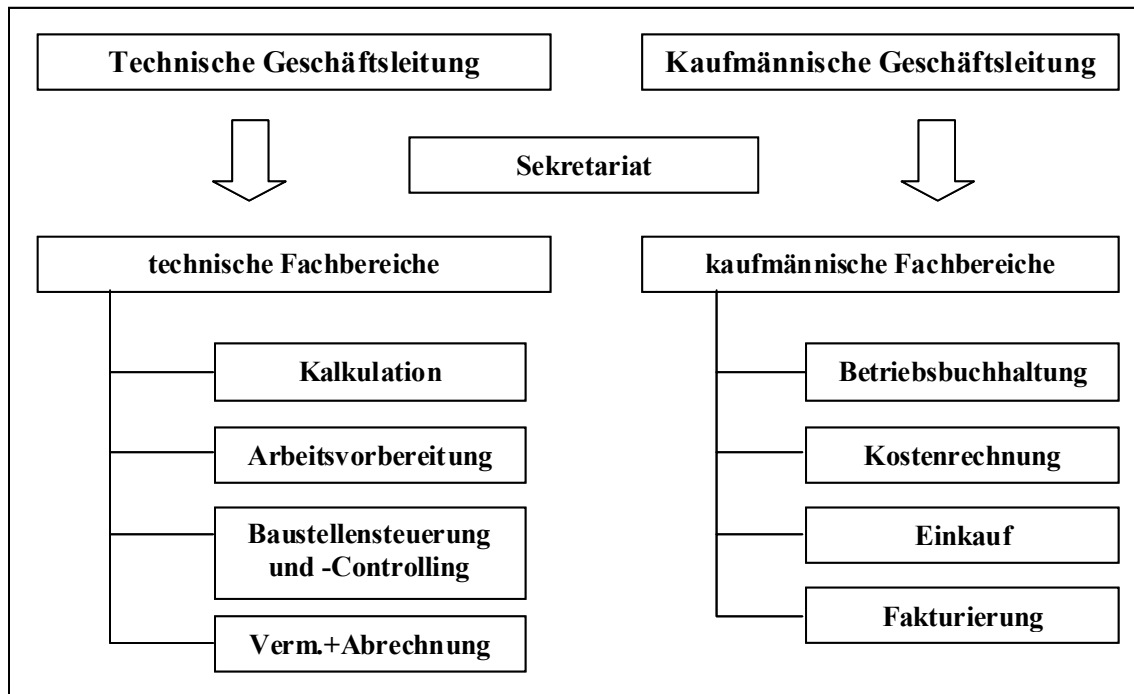


Abbildung 3.1: Fachbereiche

In den technischen Fachbereichen werden im Informationssystem überwiegend Aufgaben bearbeitet, die indirekt oder direkt die Erstellung von Bauleistungen flankieren. Indirekte Aufgaben sind z.B. die Bearbeitung von LV's, Mengenermittlungen oder Kalkulationen, die im Sinne von Informationsdienstleistungen durch den Fachbereich „Kalkulation“ bearbeitet werden. Aufgaben, welche die unmittelbare Erbringung von Bauleistungen im Informationssystem unterstützen, wie z.B. die Pflege einer Arbeitskalkulation, sind als direkte Aufgaben zu betrachten. Diese Aufgaben betreffen u.a. die Bereiche der Baustelle, wie die Fachbereiche „Arbeitsvorbereitung“, „Baustellensteuerung“, „Vermessung + Abrechnung“.

Einer kaufmännischen Geschäftsleitung unterstehen Fachbereiche, die in erster Linie betriebswirtschaftliche Aufgaben - insbesondere die der Unternehmensrechnung und Baubetriebsrechnung - erfüllen. Während der Bearbeitung der Bauauftragsrechnung bestehen zwischen kaufmännischen und technischen Fachbereichen Beziehungen. Diese Beziehungen sind zu betrachten, soweit sie in die Vorgänge im Ablauf eingreifen und zu Abhängigkeiten und Beeinflussungen führen. So leistet z.B. der Fachbereich „Einkauf“ die Zuarbeit zur Kalkulation durch entsprechende Anfragen am Markt für Baumaterial und NU-Leistungen. In diesem Fall liegen gegenseitige Abhängigkeiten vor, da der Fachbereich „Einkauf“ mit Anfragen am Markt erst aktiv werden kann, wenn der Bedarf an Baumaterial und NU-Leistungen durch den Fachbereich „Kalkulation“ vorbereitet wurde.

Erst wenn die entsprechenden Preise durch den Fachbereich „Einkauf“ eingeholt wurden, besteht die Möglichkeit, diese dem Fachbereich „Kalkulation“ zur Verfügung zu stellen.

Mit der Zuordnung von Personen zu Fachbereichen ergibt sich eine Personalstruktur im Unternehmen, die sich durch verschiedene Personalpositionen (Stellen) ausdrückt. Mit dieser Zuordnung erhalten die Mitarbeiter ihre Funktionen und fachgebietsbezogenen Aufgaben. Eine Aussage, in welchem Element einer Organisationsstruktur die jeweilige Personalposition vorzufinden ist, läßt sich nicht verallgemeinern.

Für ein Informationssystem zur Bauauftragsrechnung besteht die Anforderung, eine für ein Bauunternehmen vorliegende Organisationsstruktur, in der Fachbereiche mit zugeordneten Personalpositionen existieren, für die Definition von Datenbereichen und Konfiguration von Zugriffsberechtigungen einsetzen zu können. Während ein Fachbereich als ein Strukturelement in der Organisationsstruktur eines Bauunternehmens anzusehen ist, stellt der folgende Abschnitt die fachspezifischen Aufgaben, die in den Fachbereichen bearbeitet werden, in den Vordergrund.

### 3.2.3 Fachgebiete

Da sich bestimmte Aufgaben und Tätigkeiten nicht immer eindeutig den Fachbereichen zuordnen lassen, konzentrieren sich die weiteren Betrachtungen auf fachspezifische Aspekte der Strukturen im Bauunternehmen. Um diese fachspezifische Seite der Strukturen im Hinblick auf die Bauauftragsrechnung hervorzuheben, soll der Begriff „Fachgebiet“ benutzt werden. Durch eine Zuordnung zu Fachgebieten ist für beteiligte Mitarbeiter eine Spezifikation einzelner Tätigkeiten möglich, die von der organisatorischen Zugehörigkeit zu einem Fachbereich unabhängig wird. Diese Betrachtungsweise abstrahiert mit dem jeweiligen Fachgebiet einen Oberbegriff für Aufgaben und Tätigkeiten, wodurch sich z.B. eine Zusammenarbeit der Mitarbeiter unterschiedlicher Struktureinheiten in einem gemeinsamen Projektteam fachspezifisch definieren läßt. Flexible Zuordnungen eines Mitarbeiters oder einer Mitarbeitergruppe zu den Aufgaben mehrerer Fachgebiete sind ebenfalls zu definieren und unabhängig von Fachbereichen in einer Unternehmensstruktur abzubilden. Mischformen mehrerer Fachgebiete auf einer Stelle sind häufig bei kleinen Bauunternehmen vorzufinden, wo z.B. ein Kalkulator/in auch Aufgaben wie die Mengenermittlung oder Arbeitsvorbereitung durchführt. Für eine formale Aufbereitung der Bauauftragsrechnung sind zur Spezifikation von Aufgaben und Tätigkeiten folgende Fachgebiete zu betrachten.

**Fachgebiet Angebotsvorbereitung:** Das Fachgebiet hat die Aufgabe, die Angebotskalkulation vorbereitend zu unterstützen. Dazu gehört die Bereitstellung von Projektdokumenten, insbesondere von Projekt-LV's einschließlich nachvollziehbarer Mengen im System der Bauauftragsrechnung. Eine Definition dieses Fachgebiets ist erforderlich, da eine Bearbeitung der zuvor genannten Aufgabe in selbständigen Bereichen bzw. Struktureinheiten - wie z.B. im ZSB oder TB - erfolgen kann oder innerhalb des o.g. Fachbereichs „Kalkulation“ zur Ausführung kommt und somit keine eindeutige Zuordnung zu einem Fachbereich möglich ist.

**Fachgebiet Kalkulation:** Struktur und Größe von Kalkulationsbereichen sind unterschiedlich und ggf. vom geplanten Umsatz oder der Eingliederung in die jeweilige Unternehmensstruktur abhängig, so daß sich keine einheitliche Strukturdefinition eines Fachbereichs „Kalkulation“ verallgemeinern läßt. Insofern soll das Fachgebiet Aufgabe und Tätigkeiten dieser Fachbereiche vereinheitlichen. Da die vorrangige Aufgabe im Fachgebiet die Beschaffung von Bauaufträgen ist, umfaßt es alle Tätigkeiten zur Bearbeitung der Angebots- und Auftragskalkulation. Zusätzliche Aufgaben in diesem Fachgebiet sind u.a. die Vorbereitung einer Arbeitskalkulation und ggf. eine Kalkulation von Nachträgen während der Bauausführung.

**Fachgebiet Arbeitsvorbereitung:** Die Aufgaben im Fachbereich „Arbeitsvorbereitung“ bestehen in der Vorbereitung und Unterstützung der Baustelle im Hinblick auf die Termin- und Ressourcenplanung, wie z.B. Vorplanung der Arbeitsschritte, Personaleinsatz, Material- und Geräteeinsatz sowie der Einsatz von Nachunternehmern und weiteren Dienstleistungen. Die für eine formale Aufbereitung der Bauauftragsrechnung zu betrachtenden Aufgaben sollen in diesem Fachgebiet vorrangig auf die Tätigkeiten zur Erstellung von NU-LV's reduziert werden, da im Informationssystem NU-LV's in Beziehung zum Projekt-LV stehen und ein Zusammenhang zur Pflege der Arbeitskalkulation vorliegt. Im Fachgebiet **Arbeitsvorbereitung** sind die Tätigkeiten im Sinne von Informationsdienstleistungen zu verstehen, deren Ergebnisse während der Bauausführung durch den Fachbereich „Baustellensteuerung“ weiter bearbeitet werden. Die diesbezüglichen Tätigkeiten gehören in das Fachgebiet **Baustelle**.

**Fachgebiet Baustelle:** Einem Fachbereich „Baustellensteuerung“ sind in der Regel Aufgaben zugeordnet, die zur unmittelbaren Bauausführung gehören, wie z.B. die Organisation, Leitung und Steuerung der Baustelle sowie das Baustellen-Controlling. Für die Bearbeitung der Bauauftragsrechnung leiten sich Tätigkeiten ab, die durch ein Zusammenspiel mit kaufmännischen Fachbereichen, wie dem „Einkauf“ und der „Fakturierung“, gekennzeichnet sind. Außerdem besteht ein Zusammenwirken mit den technischen Fachbereichen „Arbeitsvorbereitung“ und „Vermessung + Abrechnung“. Aus dieser zentralen Rolle sind für dieses Fachgebiet Tätigkeiten zu betrachten, die vorrangig die Pflege und Auswertung der Arbeitskalkulation betreffen und Bezug auf diesbezügliche Funktionalitäten im Informationssystem haben.

**Fachgebiet Einkauf:** Die Aufgaben eines Fachbereichs „Einkauf“ sind gleichermaßen durch eine baufachlich-technische und betriebswirtschaftliche Ausprägung zu charakterisieren. Die Tätigkeiten umfassen kaufmännische Aktivitäten zur optimalen Beschaffung von Baustoffen, Bauhilfsstoffen, sonstigem Verbrauchsmaterial, NU-Leistungen und weiteren Dienstleistungen. Die für das Fachgebiet **Einkauf** zu betrachtenden Tätigkeiten beschränken sich im Wesentlichen auf die Übernahme und Bearbeitung von Informationen über den Bedarf an Material und NU-Leistungen sowie auf die Zuarbeit von Preisen aus Preisanfragen und Ausschreibungen in den Stand einer Angebots- bzw. Arbeitskalkulation im Informationssystem.

### 3.2.4 Schlußfolgerungen

- Aus der Betrachtung der Unternehmensstruktur folgt für ein Informationssystem zur Bauauftragsrechnung die Anforderung, daß die implementierten Funktionalitäten dezentral, d.h. unabhängig von Standorten und der organisatorischen Zuordnung der Ausführenden, anwendbar sind.
- Ein Informationssystem muß die Voraussetzung erfüllen, daß die benötigten Informationen an zentraler Stelle widerspruchsfrei zusammengeführt und verwaltet werden. Dazu sind geeignete Formen der Datenverwaltung, Vernetzung und Programmstrukturen erforderlich, die einen Zugriff auf zentral verwaltete Informationen bei dezentraler Anwendung von Funktionen für eine fachbereichsübergreifende Zusammenarbeit unterstützen.
- Für die in einer Unternehmensstruktur eingegliederten Mitarbeiter besteht in der Regel eine organisatorische Zuordnung zu Fachbereichen und zugleich eine fachspezifische Ausrichtung zu einem oder mehreren Fachgebieten. Für ein Informationssystem ergibt sich daraus die Anforderung, daß die Informationszugriffe und Funktionen bezogen auf die fachlichen Aufgaben und Tätigkeiten in den Fachgebieten möglich sind.
- Die Vorgabe der Fachgebiete ermöglicht eine Zuordnung zu fachspezifischen Vorgängen und Tätigkeiten im Ablauf, so daß sich fachgebietsbezogene Teilabläufe und Übergänge zwischen den Tätigkeiten der Fachgebiete erkennen und funktional gestalten lassen.
- Da die Tätigkeiten im Kontext des Ablaufs zur Bauauftragsrechnung zur Ausführung kommen, ist eine ablauforientierte Präzisierung dieser Tätigkeiten möglich. Diese Ablauforientierung kann durch ein Informationssystem einerseits genutzt und muß andererseits auch funktional unterstützt werden.

## 3.3 Grob Ablauf

Um die Tätigkeiten im Ablauf fachgebietsbezogen zu spezifizieren, besteht zunächst die Notwendigkeit, alle Vorgänge in einen Ablauf der Bauauftragsrechnung einzuordnen. Der Ablauf zur Bearbeitung einer Baumaßnahme wird durch eine Einteilung in die Phasen „vor Auftragsausführung“ und „Auftragsausführung“ vorgegeben (s. auch Abschnitt 2.2, „Phasen eines Bauauftrags“). Eine weitere Unterteilung in Unterphasen ergibt den in der Abbildung 3.2 dargestellten Grob Ablauf der Bauauftragsrechnung. Dieser

Grobablauf durchläuft in der Phase „vor Auftragsausführung“ die Unterphasen *Angebotsvorbereitung*, *Angebotskalkulation* und *Auftragskalkulation* sowie während der Phase „Auftragsausführung“ die Unterphasen *Arbeitsvorbereitung*, *Baustellensteuerung* und *Baustellen-Controlling*. In der Regel enthalten die Vorgänge der *Baustellensteuerung* auch Vorgänge zum *Baustellen-Controlling*. Um die rein baustellenbezogenen Tätigkeiten der Bauausführung von den Tätigkeiten in den Controllingvorgängen, wie z.B. den Soll-Ist-Vergleichen abzugrenzen, wird im Grobablauf eine Trennung der Unterphasen angenommen.

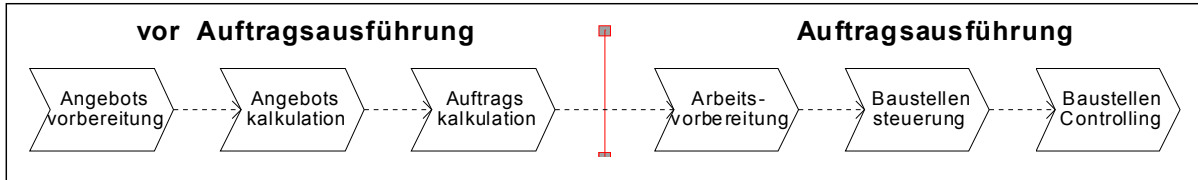


Abbildung 3.2: Grobablauf

Die in sequentieller Folge abgebildeten Unterphasen entsprechen der Zusammenfassung von Teilabläufen fachspezifischer Vorgänge, die mit dem Erreichen bestimmter Bearbeitungsstufen, wie z.B. der Fertigstellung eines Angebots, zum Übergang in den jeweils folgenden Teilablauf führen. In den folgenden Abschnitten werden die entsprechenden Teilabläufe für die im Grobablauf abgebildeten Unterphasen und Übergänge präzisiert.

### 3.3.1 Angebotsvorbereitung

Der Ablauf beginnt mit der Unterphase *Angebotsvorbereitung*, deren Tätigkeiten die Voraussetzungen für die Bearbeitung einer Angebotskalkulation schaffen. Die Bearbeitung in dieser Unterphase beginnt mit Erstellung eines Projekts im Informationssystem.

**Projekt erstellen:** Dieser erste Vorgang definiert das Projekt als Träger aller Informationsobjekte, die für die Vorbereitung und Abwicklung der Baumaßnahme zur Bauauftragsrechnung zu verwalten und zu bearbeiten sind. Zu diesem Schritt gehört u.a. das Festlegen projektspezifischer Grundinformationen, wie Adressen, Termine, verantwortliche Bearbeiter usw.

**Projekt-Struktur bearbeiten:** Unmittelbar nach der Erstellung eines Projekts folgt die Definition der Strukturelemente, die innerhalb eines Projekts zur Verwaltung der sog. „bauherrenseitigen“ Anfrage einschließlich aller notwendigen Dokumente und Informationen zur Angebotsbearbeitung erforderlich sind. Da ein derartiges Strukturelement zur Verwaltung einer Variante der Projektbearbeitung - wie z.B. einer Kalkulationsvariante - dient, soll nachfolgend hierfür der Begriff „Projektvariante“ verwendet werden.

Nach dem Erstellen einer Projektvariante folgt die Bereitstellung der notwendigen Projekt-LV's. Die zugehörigen Tätigkeiten zur LV-Bereitstellung beziehen sich zunächst

auf die Projekt-Struktur, da die Projekt-LV's in der Regel untergeordnete Strukturelemente einer Projektvariante sind. Das bedeutet, ein oder mehrere LV's werden als untergeordnete Strukturelemente einer Projektvariante erzeugt. Dazu bestehen Möglichkeiten, LV's zu importieren, wenn diese vom Auftraggeber (AG) bzw. Planungsbüro des AG's in einem gültigen Datenaustauschformat - wie z.B. nach GAEB als DA83 (Angebotsauforderung) - vorliegen oder LV's neu anzulegen und anschließend inhaltlich zu erfassen, für den Fall, daß kein Datenaustauschformat zur Verfügung steht.

**Projekt-LV bearbeiten:** Nachdem ein entsprechendes LV neu angelegt wurde, ist dieses LV in der Regel inhaltlich zu bearbeiten, d.h. entweder neu aufzustellen oder von einer Vorlage - z.B. im Fall eines durch Ausschreibung vorliegenden Anfrage-LV's - zu erfassen. Eine Bearbeitung ist ebenfalls erforderlich, wenn ein Projekt-LV importiert wurde. Hierbei finden Überprüfungen und ggf. weitere Präzisierungen statt. Insbesondere bei funktionalen Ausschreibungen zumeist „schlüselfertiger“ Bauvorhaben liegen dem Bauunternehmen keine oder nur fragmentale Leistungsverzeichnisse vor. In diesem Fall sind die entsprechenden LV's durch das Bauunternehmen eigenständig aufzustellen. Dabei sind auch die Mengen zu ermitteln.

Ein Übergang zu den Vorgängen der Angebotskalkulation vollzieht sich immer dann, wenn ein LV-Element für die Kalkulation vorbereitet wurde, so daß sich die Kostenermittlung unmittelbar anschließen kann. Deshalb können sich Tätigkeiten im Vorgang *Projekt-LV bearbeiten* mit denen im Vorgang *Herstellkosten kalkulieren* zeitlich überschneiden, d.h. eine Erweiterung im Projekt-LV erfolgt bei Bedarf auch während der Angebotsbearbeitung.

**Mengen ermitteln:** Dieser Vorgang ordnet sich als möglicher Untervorgang unter die Bearbeitung eines LV's. Der Vorgang ist erforderlich, wenn für ein Projekt-LV keine Mengen vorliegen, oder um vorhandene Mengen zu überprüfen. Mit dem Ziel, die erforderliche Mengensicherheit für die Angebotskalkulation sowie für die weitere Projektabwicklung zu schaffen, werden in der Regel die LV-Mengen vorhandener LV's durch punktuelle Mengenermittlung auf Richtigkeit bzw. Plausibilität geprüft und ggf. als VA-Menge gespeichert oder bei neuen LV's durch vollständige Mengenermittlung berechnet und als Mengensätze für LV-Mengen hinterlegt.

### 3.3.2 Angebotskalkulation

Wie aus dem Grob Ablauf hervorgeht, folgen der Unterphase *Angebotsvorbereitung* die Vorgänge der *Angebotskalkulation*. Der Phasenübergang erfolgt nicht einmalig mit dem Abschluß der gesamten Unterphase, sondern ggf. mit zyklischer Wiederholung der Tätigkeiten zur *Angebotsvorbereitung*. Immer dann, wenn ein Abschnitt oder Teilbereich im Projekt-LV vorliegt, kann sich die Kalkulation sofort anschließen. Ein endgültiger Abschluß der Unterphase *Angebotsvorbereitung* liegt erst mit vollständiger und sachlicher Richtigkeit des gesamten Projekt-LV's vor. Wenn aufgrund der Aufgabenverteilung im



Bauunternehmen die Tätigkeiten zur LV-Bearbeitung und Kostenermittlung von verschiedenen Mitarbeitern ausgeführt werden, sind im Hinblick auf die konkreten Tätigkeiten beim Übergang zu betrachtende Berührungspunkte vorhanden.

**Herstellkosten kalkulieren:** In diesem Vorang werden die Herstellkosten im zugrunde liegenden Projekt-LV sowohl für „externe“ LV-Positionen als auch ggf. „interne“ LV-Positionen eines BGK-LV's auf der Basis von Einzelkosten ermittelt (s. Abschnitt 2.4.4, „Ermittlung der Herstellkosten“). Die Tätigkeiten umfassen die Ermittlung der EKT aller LV-Positionen, die in Eigenleistung zu erstellen sind, sowie diejenigen Tätigkeiten für LV-Positionen, deren Erbringung als NU-Leistungen durch NU's vorgesehen ist. Während eine Eigenleistung zumeist auf detaillierten Kalkulationsansätzen basiert, werden Fremdleistungen durch positionsweise Kostenberechnung oder einen Kostenanschlag bearbeitet, der auf einer Marktanfrage beruht. Letzteres erfordert, die NU-Leistungen in vergabeberechtigten NU-LV's zu spezifizieren und am Markt anzufragen, wodurch im Ablauf weitere untergeordnete Vorgänge zu betrachten sind. Die Bearbeitung von NU-Leistungen erfolgt in zwei Untervorgängen, deren einzelne Tätigkeiten sich auf die Fachgebiete **Kalkulation** und **Einkauf** aufteilen. Da in der Ablaufbetrachtung zunächst keine einzelnen Tätigkeiten innerhalb der Vorgänge spezifiziert werden, sind die Übergänge und Beziehungen zwischen den Fachgebieten auf dieser Detaillierungsebene nicht zu beschreiben.

**NU-Anfrage durchführen:** Der Untervorgang unterstützt die Ermittlung der Herstellkosten für NU-Leistungen. Auf der Grundlage eines Projekt-LV's sowie dessen Kalkulationsinformationen werden die NU-Leistungen spezifiziert und unter gewerkebezogenen Vergabeeinheiten in NU-LV's zusammengefaßt. Bei der Erstellung der NU-LV's sind durch die Mitarbeiter kalkulatorische Fachentscheidungen zu treffen, so daß die diesbezüglichen Tätigkeiten in der Regel dem Fachgebiet **Kalkulation** zugeordnet werden. Die sich anschließende Preisanfrage am Markt erfolgt für die im jeweiligen NU-LV beschriebenen Bauleistungen in der Regel im Fachbereich „Einkauf“. Insofern sind die entsprechenden Tätigkeiten zur Preisanfrage auf der Grundlage der NU-LV's dem Fachgebiet **Einkauf** zugehörig.

**Preisspiegel bearbeiten:** Dieser Untervorgang umfaßt die Preiserfassung und Auswertung aller Marktanfragen. Wurden die NU-LV's der zu vergebenden NU-Leistungen im Fachgebiet **Einkauf** am Markt angefragt, folgen Angebotserfassung und Preisspiegelauswertung. Dabei kann eine Angebotsabgabe, die nach dem GAEB-Standard (DA84) vorliegt, in einen Preisspiegel importiert werden. Im Ergebnis des Untervorgangs *Preisspiegel bearbeiten* entsteht ein Preisvorschlag für die Angebotskalkulation. Da hierbei kalkulatorische Fachentscheidungen zu treffen sind, z.B. ob eine NU-Leistung als Eigenleistung auszuführen ist oder nicht, wird eine Preisübernahme dem Fachgebiet *Kalkulation* zugeordnet und erfolgt zumeist unter der Regie des entsprechenden Fachbereichs. Für ein gemeinsames Arbeiten im Informationssystem bedingt dieser Sachverhalt einer detaillierten Betrachtung einzelner Tätigkeiten sowie deren Zuordnung zum jeweiligen Fachgebiet.

**Material anfragen:** Dieser der Kalkulation untergeordnete Vorgang unterstützt - vorrangig dem Fachgebiet **Einkauf** zugeordnet - die Ermittlung der EKT der Eigenleistungen, insbesondere durch die Bereitstellung der Einkaufspreise für die Materialanteile an den zu kalkulierenden Herstellkosten. Sobald die EKT-Ermittlungen entsprechender LV-Positionen vorliegen, lassen sich Auszüge der betreffenden Material-KOA's erstellen und am Markt anfragen. Vor der Berechnung der Einheitspreise und der Angebotssumme können die am Markt angefragten Einkaufspreise für Material in den Stand der Kostenermittlung übernommen werden. In Informationssystemen sind dazu Funktionalitäten zur Änderung der KOA-Verrechnungssätze in den Material-KOA's vorhanden, deren Anwendung eine Koordination der Tätigkeiten zwischen den Fachgebieten **Einkauf** und **Kalkulation** erfordert.

**Angebot erzeugen:** Der Vorgang setzt eine vollständige Ermittlung der HSK voraus und folgt nach dieser Kostenermittlung. Auf der Basis der HSK werden entsprechend der im Abschnitt 2.4.5, „Berechnung einer Angebotssumme“ und Abschnitt 2.4.6, „Bildung der Einheitspreise“ betrachteten Methoden die Angebotssumme sowie die Einheitspreise für ein Angebot berechnet. Nach der Fertigstellung der Angebotsbearbeitung ist die Angebotskalkulation auf der Grundlage des im System hierzu verwalteten Stands als sog. „Urkalkulation“ vollständig durch Druckauswertungen zu dokumentieren. Diese Druckauswertungen umfassen den LV-bezogenen Angebotsdruck, der als Grundlage zur Abgabe des Angebots dient, und weitere interne Auswertungen, wie z.B. Listen der HSK, des Materialbedarfs oder KOA-Auswertungen, auf deren weitere Spezifizierung an dieser Stelle verzichtet werden soll.

Auf der Grundlage einer Angebotskalkulation folgen die Angebotsabgabe, Submission und Vertragsverhandlungen. Während der Vertragsverhandlungen können sich einzelne Vorgänge und Tätigkeiten der Unterphasen *Angebotsvorbereitung* und *Angebotskalkulation* - z.B. zur Bearbeitung von Sondervorschlägen oder Angebotsvarianten als Nebenangebote - zyklisch wiederholen. Um auf die Anforderungen am Markt flexibel reagieren zu können, unterstützen die Informationssysteme funktionale Möglichkeiten, Angebotsvarianten zu bearbeiten. Für den bisher betrachteten Ablauf umfaßt die Bearbeitung einer Angebotsvariante eine wiederholende Ausführung bereits beschriebener Tätigkeiten der Unterphasen *Angebotsvorbereitung* und *Angebotskalkulation*, die an dieser Stelle nicht einzeln aufgeführt werden. Eine Möglichkeit zur Bearbeitung einer Angebotsvariante besteht darin, die Daten aus LV's und Kalkulation einer Grundvariante zu kopieren und die entstandene Kopie zu variieren.

### 3.3.3 Auftragskalkulation

Mit der Auftragserteilung folgt die Unterphase der *Auftragskalkulation*, in der alle Ergebnisse der Vertragsverhandlungen fixiert werden. Der Phasenübergang von der *Angebotskalkulation* zur *Auftragskalkulation* vollzieht sich in der Regel als einmaliger Schritt ohne Wiederholungen. Die Vorgänge der Unterphase *Auftragskalkulation* beinhalten vorbereitende Tätigkeiten, die zumeist im Fachgebiet *Kalkulation* vor der eigentlichen Bauausführung

durchgeführt werden. Um den Vorgang *Auftragskalkulation bearbeiten* vorzubereiten, ist zunächst eine Projektkopie im Informationssystem zu erzeugen, so daß der Stand der „Urkalkulation“ unversert bleiben kann. Anschließend folgt die eigentliche Bearbeitung der Auftragskalkulation in der kopierten Version des Projekts, die auf dem Stand der „Urkalkulation“ beruht und entsprechende Tätigkeiten umfaßt, welche die Ergebnisse aus den Vertragsverhandlungen festschreiben. Im Grob Ablauf erfolgt der Phasenübergang von der *Auftragskalkulation* zur Phase „Auftragsausführung“, sobald im o.g. Vorgang *Auftragskalkulation bearbeiten* alle verhandelten Vertragsgegebenheiten im Projekt-LV dokumentiert wurden und somit das Auftrags-LV vorliegt. Da die Bauausführung auf den bearbeiteten Stand der Auftragskalkulation aufsetzt und in der Arbeitskalkulation eine Fortschreibung erfolgt, ist der Stand der Auftragskalkulation ebenfalls zu fixieren. Deshalb wird beim Übergang in die Phase „Auftragsausführung“ eine Kopie der aktuellen Projektdaten erzeugt.

### 3.3.4 Arbeitsvorbereitung

Mit dem Phasenübergang zur Phase „Auftragsausführung“ wird der Projektdatenbestand den beteiligten Fachbereichen bereitgestellt. Gemäß Grob Ablauf besteht die Phase „Auftragsausführung“ aus den Unterphasen *Arbeitsvorbereitung*, *Baustellensteuerung* und *Baustellen-Controlling*. Obwohl im Grob Ablauf sequentiell dargestellt, laufen die Vorgänge in den Unterphasen in der Realität nicht zeitlich gestaffelt, sondern teilweise auch parallel ab, was zu Abhängigkeiten und gegenseitiger Beeinflussung führen kann. In dieser Unterphase wird die Arbeitsvorbereitung bedarfsweise für bestimmte Bauabschnitte, Bauwerksteile oder Gewerke aufbereitet, deren Bauausführung sich in der Regel anschließt. Selbiges gilt auch für die Unterphase *Baustellen-Controlling*. Sowohl bereits realisierte als auch zukünftig zu realisierende Bauabschnitte, Bauwerksteile und Gewerke fließen für die Vorschau per Bauende sofort in die Auswertungen der Controllingvorgänge ein.

**Arbeitskalkulation vorbereiten:** Dieser Vorgang folgt nach der Übergabe der Projektdaten. Aus dem aktuellen Datenbestand der Projektdaten, insbesondere der Auftragskalkulation, entsteht durch Anpassungen ein erster Stand einer Arbeitskalkulation. Ziel der Vorbereitung einer ersten Arbeitskalkulation ist, die vorermittelten Kosten aus der „Urkalkulation“ ausführungsgerecht anzupassen. Dazu gehören u.a. die Beseitigung von kalkulatorischen Spekulationen, Anpassungen der VA-Mengen sowie die Behandlung von Sonderpositionen, wie z.B. Bedarfspositionen, die ggf. nicht oder nur mit Teilmengen zur Ausführung kommen. Der somit vorbereitete erste Stand einer Arbeitskalkulation bildet u.a. die Basis für eine Termin- und Ressourcenplanung, die kein Gegenstand weiterer Betrachtungen zum Ablauf sein soll.

**Projekt-LV konkretisieren:** Nach der Vorbereitung einer ersten Arbeitskalkulation besteht die Notwendigkeit zur ausführungsgerechten Präzisierung des Projekt-LV's, insbesondere für Leistungen, die zur Ausschreibung und Vergabe an Nachunternehmer vorgesehen sind. Dazu werden in diesem Vorgang notwendige Anpassungen, die vorrangig

die NU-Leistungen betreffen, in das Projekt-LV eingearbeitet. An dieser Stelle wiederholen sich ggf. die Tätigkeiten der bereits erörterten Vorgänge *Projekt-LV bearbeiten* und *Mengen ermitteln* analog zur Angebotsvorbereitung. Der Vorgang *Projekt-LV konkretisieren* kann entfallen, wenn die Beschreibung der Bauleistungen aus dem Auftrags-LV so konkret hervorgeht, daß diese ohne Anpassungen ausgeführt werden können. Besteht die Notwendigkeit, zur Konkretisierung im Projekt-LV erneut die Mengen zu überarbeiten, kann ein untergeordneter Vorgang *Mengen ermitteln* zur Ausführung kommen.

**NU-LV aus Projekt-LV erstellen:** Dieser Vorgang schließt sich im Ablauf an die Präzisierung des Projekt-LV's an und beinhaltet das „vergabegerechte“ Separieren von NU-Leistungen aus dem zuvor präzisierten Projekt-LV sowie deren Verwaltung unter einer jeweiligen Vergabeeinheit als neues oder ggf. geändertes NU-LV (s. Abschnitt 2.6.3, „Projekt-LV und NU-LV“). Die Tätigkeiten zur Konkretisierung von Projekt-LV's und zur Erstellung von NU-LV's sind in der Regel dem Fachgebiet **Arbeitsvorbereitung** zugeordnet, zu dessen Aufgaben u.a. die fachliche Aufbereitung der Ausschreibungen von NU-Leistungen gehört.

**NU-LV ausschreiben:** Nach der Erstellung entsprechender Vergabeeinheiten werden die in NU-LV's separierten NU-Leistungen an einen Bieterkreis ausgeschrieben, d.h. Ausschreibungsdokumente - wie ein Anfrage-LV, Vorbemerkungen und ggf. GAEB-Dateien zur Angebotsaufforderung (DA83) - werden aufbereitet und versendet. Die Tätigkeiten zur Ausschreibung von NU-LV's und die Bearbeitung und Auswertung von Preisspiegeln sind in der Regel dem Fachgebiet **Einkauf** vorbehalten.

**Preisspiegel bearbeiten:** Dieser Vorgang folgt, sobald für ein NU-LV entsprechende Angebote - in Schriftform und ggf. Dateiform als Angebotsabgabe (DA84) - vorliegen. Die Angebote der einzelnen Bieter einer NU-Ausschreibung werden für die Auswertung im Preisspiegel des Informationssystems erfaßt bzw. als Daten importiert und anschließend geprüft.

**NU-Vergabe vorbereiten** Der Vorgang enthält Tätigkeiten zur Auswertung der Preisspiegel und ergibt eine Vorauswahl der Bieter für die Vergabeverhandlungen. Die Auswertung eines Preisspiegels wird in der Regel im Fachgebiet **Einkauf** bearbeitet, wobei auch das Fachgebiet **Baustelle** gleichermaßen über die Bieter- und Angebotsinformationen verfügen kann. In der Regel fällt die Fachentscheidung über eine Vergabe - d.h. eine Beauftragung eines NU's - in das Fachgebiet **Baustelle** und erfolgt, zumeist mit logistischer Unterstützung durch das Fachgebiet **Einkauf**, sobald die Ausführung der entsprechenden NU-Leistungen im Bauablauf erforderlich wird.

**Übergangsstellen:** Die Übergänge zur Unterphase *Baustellensteuerung* finden an mehreren Übergangsstellen statt, an denen der Stand vorbereiteter Informationsobjekte durch

die an der Steuerung der Baustelle beteiligten Fachbereiche übernommen und im jeweiligen Folgevorgang weiter bearbeitet werden. Diese Informationsobjekte betreffen vorbereitete NU-Vergaben, den Stand der ersten Arbeitskalkulation sowie Materialanfragen.

### 3.3.5 Baustellensteuerung

Die Baustellensteuerung umfaßt in der Regel Aufgaben der Organisation und Leitung der Bauausführung. Deshalb beziehen sich die zu betrachtenden Vorgänge in der Unterphase *Baustellensteuerung* ausschließlich auf Tätigkeiten, die im Informationssystem die Bauauftragsrechnung, insbesondere die Arbeitskalkulation, Leistungsermittlung und Abrechnung betreffen. Dabei finden über die gesamte Zeit der Bauausführung - in Abhängigkeit von der Bearbeitungssituation - Wiederholungen einzelner Teilschritte statt, deren exakte Folge auf Vorgangsebene nur andeutungsweise zu beschreiben ist. Während die vorangegangenen Unterphasen im wesentlichen Vorgänge in sequentieller Folge aufweisen, laufen in der *Baustellensteuerung* mehrere parallele Schrittfolgen ab.

**Projekt-LV konkretisieren:** Während sich dieser Vorgang in der Unterphase *Arbeitsvorbereitung* auf die Präzisierung der NU-Leistungen für die Ausschreibung und Vergabe bezog, dient er in der Unterphase *Baustellensteuerung* ausschließlich den vorbereitenden Änderungen im Projekt-LV als Grundlage für eine Pflege der Arbeitskalkulation. Im Hinblick auf die Funktionalitäten im Informationssystem bewirkt dieser Vorgang eine formale Trennung spezifischer Tätigkeiten der LV-Bearbeitung gegenüber den Tätigkeiten in der Arbeitskalkulation. Obwohl die Tätigkeiten der LV-Bearbeitung, wie z.B. die Änderung einer Positionskennung, in der Regel Auswirkung auf die Kosten und Erlöse haben, erfolgt dadurch zunächst keine Änderung der Kalkulationsansätze.

**Arbeitskalkulation umsetzen:** Der Vorgang beruht auf dem vorbereiteten Stand einer ersten Arbeitskalkulation. Mit dem Ziel, Erkenntnisse zur Steuerung der Bauausführung abzuleiten, faßt der Vorgang *Arbeitskalkulation umsetzen* die Tätigkeiten zur ständigen Anpassung, Fortschreibung und Pflege einer Arbeitskalkulation zusammen (s. Abschnitt 2.2, „Phasen eines Bauauftrags“). Da die Umsetzung einer Arbeitskalkulation erst mit dem Ende der Bauausführung abgeschlossen ist, finden in diesem Vorgang zyklische Wiederholungen einzelner Tätigkeiten statt, in denen Querverbindungen zu Tätigkeiten anderer parallel-ablaufender Vorgänge existieren. Eine aktualisierte Arbeitskalkulation dient als Grundlage für Auswertungen, die sowohl baustellenintern - z.B. durch Bauleitung oder Baukaufleute - als auch baustellenextern durch beauftragte Controller durchgeführt werden. In jedem dieser Fälle folgt ein Vorgang *Arbeitskalkulation auswerten*, der im Ablauf zur Unterphase *Baustellen-Conrolling* gehört.

**Material anfragen und einkaufen:** Die beiden Vorgänge beziehen sich auf die Disposition und den Einkauf von Bau- und Bauhilfsstoffen sowie weiterer Verbrauchsgüter der Baustelle. Diese Vorgänge folgen in Auswertung einer vorbereiteten Arbeitskalkulation und wiederholen sich ständig während des Bauablaufs für den Fall, daß entsprechender

Materialbedarf vorliegt. Infolge der Bestellung sowie des Einkaufs, d.h. des Abschlusses von Lieferverträgen für Bau- und Bauhilfsstoffe, werden die entsprechenden Einkaufspreise in den Stand der Arbeitskalkulation überführt. Hierzu muß die im Informationssystem für eine Preisübergabe implementierte Funktionalität auf die Bearbeitung der Arbeitskalkulation abgestimmt sein. Nach einer Preisübergabe ist der Stand der Arbeitskalkulation auszuwerten, wodurch ein Übergang in die Unterphase *Baustellen-Controlling* vollzogen wird.

**NU-Leistungen vergeben:** Eine NU-Vergabe, d.h. eine Beauftragung eines NU's, erfolgt in der Regel in fachlicher Zuständigkeit der **Baustelle** in Zusammenarbeit mit dem Fachgebiet **Einkauf**, welches zumeist die vertragliche Abwicklung unterstützt. Im Informationssystem sind infolge der Beauftragung von NU-Leistungen die Vergabepreise in den Stand einer Arbeitskalkulation zu übergeben, da diese das aktuelle Kostenbild beeinflussen. Mit der Übergabe der Vergabepreise sind ggf. Fachentscheidungen verbunden, so daß in diesem Vorgang eine Koordination zwischen den beteiligten Fachgebieten **Baustelle** und **Einkauf** erforderlich ist. Eine anschließende Auswertung des Stands der Arbeitskalkulation führt im Ablauf zum Übergang in die Unterphase *Baustellen-Controlling*.

**NU-Rechnung prüfen:** Nach der Vergabe von NU-Leistungen schließt sich dieser Vorgang an, wenn durch einen NU die Rechnungslegung für erbrachte NU-Leistungen erfolgt. Vom NU gestellte Rechnungen werden zumeist durch die örtliche Bauleitung auf sachliche Richtigkeit geprüft und an die Buchführung weitergereicht. Zur Unterstützung kann im Informationssystem eine Prüfrechnung - ggf. mit Mengenermittlung - erfaßt und ausgewertet werden. Die durch Prüfrechnung erfaßten RE-Mengen einer NU-Rechnung können als LE-Mengen für die Leistungsermittlung auf der Grundlage des Stands der Arbeitskalkulation dienen sowie in einem entsprechenden Vorgang zur NU-Vergabeanalyse in der sich anschließenden Unterphase *Baustellen-Controlling* ausgewertet werden.

**NU-Nachtrag bearbeiten:** Infolge der Ausführung von NU-Leistungen ergibt sich dieser Vorgang, wenn durch einen NU ein Nachtrag an den GU gestellt wurde und diesbezügliche Leistungen im zugrunde liegenden NU-LV zu spezifizieren sind.

**GU-Nachtrag erstellen und kalkulieren:** Dieser Vorgang folgt, wenn durch einen NU-seitig-gestellten Nachtrag ein GU-seitiger Nachtrag entsteht und dieser GU-Nachtrag in das Projekt-LV einzuarbeiten ist. Betrifft ein GU-Nachtrag ausschließlich Eigenleistungen, beginnt mit diesem Schritt die Nachtragsbearbeitung auf der GU-Seite. Der betreffende Nachtrag - ausgedrückt durch Nachtragspositionen - wird im Projekt-LV erfaßt, kalkuliert und als Nachtragsangebot beim AG eingereicht.

**GU-Nachtrag bewerten:** Der Vorgang folgt einem Nachtragsangebot, wenn ein GU-Nachtrag zur Änderung der aktuellen Kosten- und Erlössituation einer Baustelle führt. In diesem Fall ist eine kosten- und erlösseitige Nachtragsbewertung in den aktuellen Stand

einer Arbeitskalkulation einzupflegen und auszuwerten, worauf im Ablauf ein Übergang von der Unterphase *Baustellensteuerung* zur Unterphase *Baustellen-Controlling* erfolgt. Nachträge fallen während der gesamten Bauausführung an, so daß zyklische Wiederholungen der o.g. Vorgänge bei jedem Nachtrag erneut ablaufen.

**LEuRE-Mengen erfassen:** Dieser Vorgang schließt sich infolge erbrachter Bauleistungen an und basiert auf dem aktuellen Auftragsstand, der sich in der Arbeitskalkulation durch die zu erwartenden Erlöse per Bauende aus dem Erstvertrag und allen genehmigten GU-Nachträgen ergibt. Die Erfassung von LE- und RE-Mengen kann auf der Baustelle durch Bauleiter/in oder Abrechner/in durchgeführt werden. Insbesondere zur Unterstützung der Bauabrechnung, d.h. zur Ermittlung von RE-Mengen, ist ein untergeordneter Vorgang *Aufmaß bearbeiten* möglich, der als in sich abgeschlossener Untervorgang ohne weitere Schritte ablaufen kann. Mit dem Vorliegen von LE- und RE-Mengen folgen die Vorgänge *Leistung ermitteln* bzw. *Rechnung schreiben*.

### 3.3.6 Baustellen-Controlling

Die Übergänge zwischen den Vorgängen der Unterphasen *Baustellensteuerung* und *Baustellen-Controlling* sind mit zyklischen Wiederholungen verbunden. Die Vorgänge im *Baustellen-Controlling* basieren auf dem Stand einer Arbeitskalkulation, die entsprechende Soll-Informationen bezüglich Kosten, Stunden und Mengen zur Verfügung stellt. Insofern greifen die zu betrachtenden Vorgänge zum Soll-Ist-Vergleich auf diesen aktuellen Stand, der in der Regel durch Tätigkeiten, die zum Fachgebiet **Baustelle** gehören, vorbereitet wurde. Da das baustellenbezogene Controlling auch auf den Ist-Werten aus der Unternehmensrechnung aufbaut, soll die Herkunft der Ist-Werte im Ablauf nicht betrachtet werden (s. Abschnitt 2.1, „Rechnungswesen im Bauunternehmen“). Die Unterphase umfaßt im Einzelnen die folgenden fachspezifischen Vorgänge.

**NU-Vergaben analysieren:** Der Vorgang kann sich nach der Prüfung von NU-Rechnungen anschließen. Bei umfangreichem Fremdleistungsanteil dienen die Tätigkeiten der Kostenkontrolle, Budgetverfolgung und Planung weiterer NU-Beauftragungen. Die NU-Analyse betrifft in erster Linie Auswertungen zum aktuellen Stand der Vergabesituation auf der Baustelle, die jederzeit auf der Grundlage des aktuellen Datenbestands zum Projekt möglich sind.

**Arbeitskalkulation auswerten:** Der Vorgang folgt im Zuge der Bauausführung nach Anpassungen in der Arbeitskalkulation. Die Auswertungen, die u.a. den aktuellen Stand der geplanten bzw. ermittelten Kosten (Sollkosten) und Erlöse sowie die Ermittlung des Deckungsbeitrags betreffen, erfolgen im Bedarfsfall sowie zu den definierten Stichtagen der innerbetrieblichen Berichterstattung. Die entsprechenden Tätigkeiten starten Algorithmen zur Ermittlung und Listenauswertung. Die Vorgänge zur Soll-Ist-Vergleichsrechnung im *Baustellen-Controlling* werten ebenfalls den Stand einer Arbeitskalkulation aus.

**Ist-Kosten bereitstellen:** Der Vorgang umfaßt die Bereitstellung der Ist-Kosten zu definierten Stichtagen, die in das Informationssystem zur Bauauftragsrechnung entweder aus der Kostenrechnung der Baustelle (sog. „große Kostenstelle“) übernommen oder manuell erfaßt werden.

**KostenSIV auswerten:** Der Vorgang beinhaltet die stichtagsbezogene Erstellung des Kosten-Soll-Ist-Vergleichs. Neben den bereitgestellten Ist-Kosten müssen dazu die aktuellen Sollkosten aus der Arbeitskalkulation vorliegen.

**Ist-Stunden bereitstellen:** Der Vorgang beinhaltet die Übernahme oder die Erfassung der in der Unternehmensrechnung gebuchten Ist-Stunden der Bautätigkeiten in der Regel auf Basis der Bauarbeitsart (BAS-Schlüssel).

**StundenSIV auswerten:** Der Vorgang beinhaltet die stichtagsbezogene Erstellung des Stunden-Soll-Ist-Vergleichs. Neben den bereitgestellten Ist-Stunden müssen die Soll-Stunden aus der aktuellen Arbeitskalkulation - z.B. durch BAS-Zuordnung auf der Unterposition - vorliegen.

Da die Tätigkeiten der NU-Analyse, Auswertungen der Arbeitskalkulation sowie die Soll-Ist-Vergleiche die Vorgänge der Baustellensteuerung im Informationssystem nicht funktional beeinflussen, sondern lediglich auswerten, besteht für eine weitere Spezifizierung keine Notwendigkeit. Aus diesem Grund wird auch auf die weitere formale Aufbereitung dieser Vorgänge verzichtet.

### 3.4 Zusammenfassung und Schlußfolgerung

Die betrachteten fachspezifischen Vorgänge im Bauunternehmen definieren einen phasenorientierten Ablauf zur Durchführung der Bauauftragsrechnung. Eine grafische Aufbereitung der Schrittfolge der beschriebenen Vorgänge ermöglicht, einen nach Phasen und Unterphasen aufgliederten Ablauf zur Bauauftragsrechnung in Vorgangsmodellen darzustellen. Die Abbildung 3.3 zeigt ein Vorgangsmodell der Phase „vor Auftragsausführung“ mit den Unterphasen *Angebotsvorbereitung*, *Angebotskalkulation* und *Auftragskalkulation*. Die Abbildungen 3.4 zeigt ein Vorgangsmodell der Phase „Auftragsausführung“, das die Unterphasen und *Arbeitsvorbereitung*, *Baustellensteuerung* und *Baustellen-Controlling* beinhaltet. Aus der Darstellung dieser Schritte geht lediglich eine Folge der Vorgänge hervor. Zwischen den einzelnen Schritten bestehende Querverbindungen, welche durch eine gemeinsame Bearbeitung der Informationsobjekte sowie durch das Zusammenwirken infolge organisatorischer Zuordnung von Mitarbeitern zu den Fachgebieten entstehen, kann die dargestellte Ebene fachspezifischer Vorgänge im vorgestellten Gesamtablauf nicht berücksichtigen. Insofern bietet diese Präsentationsform keine Möglichkeit, Abhängigkeiten und gegenseitige Beeinflussungen, die sich während der Tätigkeiten in der Schrittfolge der Vorgänge ergeben, für die Gestaltung der Informationssysteme zu erkennen.



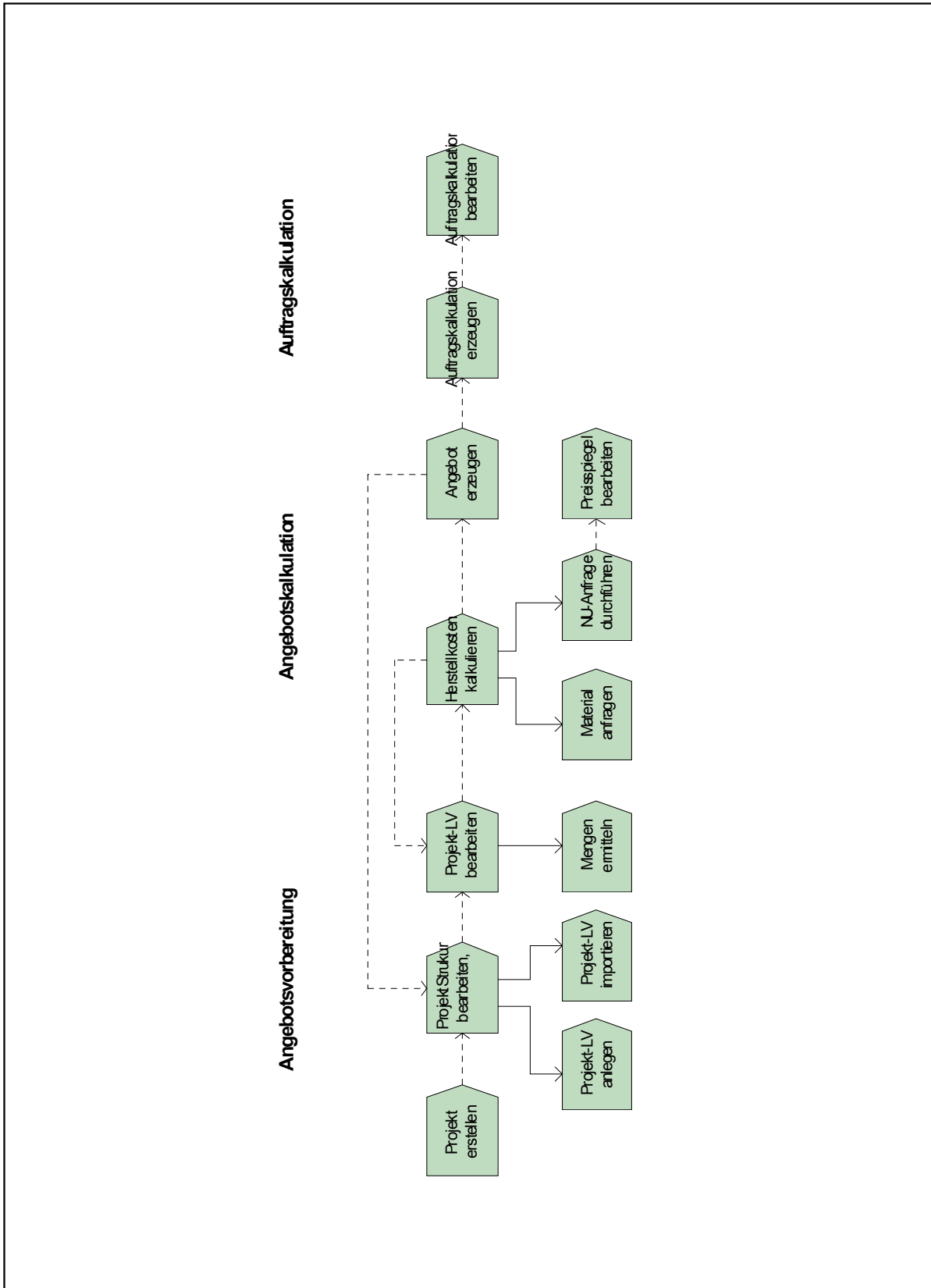


Abbildung 3.3: Phase vor Auftragsausführung

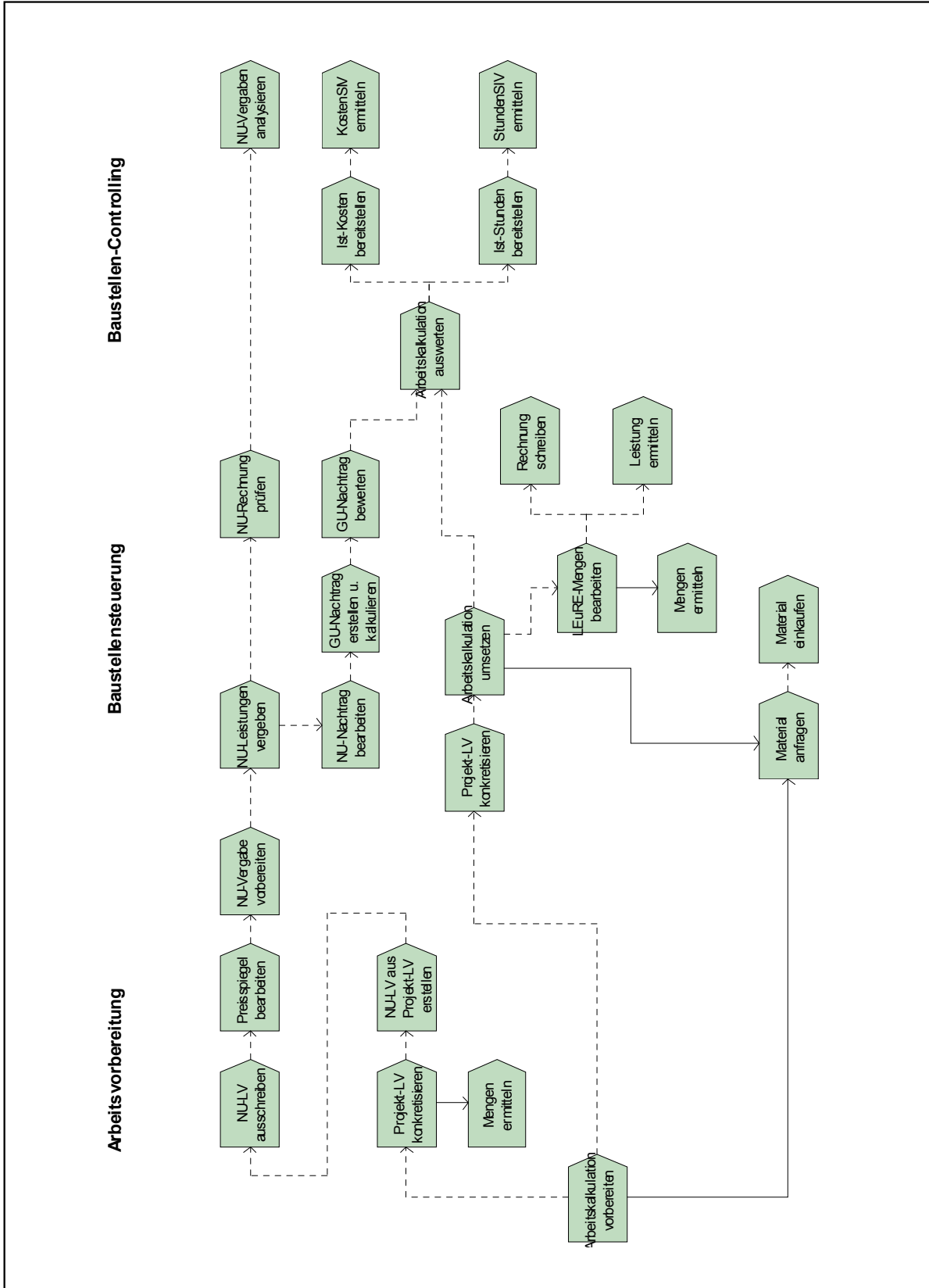


Abbildung 3.4: Phase Auftragsausführung

In der Ablaufbeschreibung wurden auch zyklische Wiederholungen einzelner Schritte angedeutet, die sowohl innerhalb der Vorgänge als auch über mehrere Vorgänge in Folge auftreten können. Diese Zyklen lassen sich in der vorgestellten Präsentationsform ebenfalls nur andeuten.

Um den Ablauf der Bauauftragsrechnung zu analysieren und dabei Zusammenhänge, Abhängigkeiten und Beeinflussungen zu erkennen, ergibt sich die Notwendigkeit, die Vorgänge in einzelne Tätigkeiten aufzugliedern, die innerhalb der Vorgänge ausgeführt werden. Nur auf der Ebene fachspezifischer Tätigkeiten sind Zuordnungen von Strukturelementen der Organisationsstruktur im Bauunternehmen - wie Personalpositionen, Fachbereiche oder Fachgebiete - möglich. Eine solche Präzisierung fachspezifischer Tätigkeiten beschreibt Prozeßschritte im Prozeß der Bauauftragsrechnung und ist somit die Grundlage für ein Prozeßmodell, dessen Aufbereitung im **Teil 2**, „Formale Beschreibung“ folgt.



# Kapitel 4

## Informationssysteme

### 4.1 Allgemeines

In den bisherigen Ausführungen wurden Methoden, Verfahren und Strukturen in Bauunternehmen sowie ein Ablauf zur Bauauftragsrechnung betrachtet. Dabei fanden u.a. die Aufgaben in den Fachgebieten ihre sachliche Zuordnung. Das vorliegende Kapitel „Informationssysteme“ ergänzt diese Betrachtungen um Aspekte zur Informationsverarbeitung im Baubetrieb. Mit besonderem Fokus auf die Bauauftragsrechnung besteht das Ziel in der Feststellung und Beurteilung der Eigenschaften von Softwarelösungen, die den derzeitigen Stand der Technik repräsentieren.

Da zwischen den Eigenschaften einer Softwarelösung und der methodischen Vorgehensweise bei deren Entwicklung ein kausaler Zusammenhang besteht, werden zunächst Entwicklungsweg und entwicklungsbedingte Merkmale heutiger Softwarelösungen beispielhaft erörtert. Die Funktionalitäten im Informationssystem sind durch einen modularen Aufbau gegliedert, in welchem Module als Struktureinheiten Funktionen zur Bearbeitung fachspezifischer Teilaufgaben zusammenfassen. Den Stand der Technik zu beurteilen, erfordert die Datenstrukturen und Funktionen dieser Module verallgemeinert zu betrachten. Dabei konzentrieren sich die Ausführungen auf die Module Projektstruktur, LV-Bearbeitung und Kalkulation, die einen Schwerpunkt der Funktionalitäten im Informationssystem zur Bauauftragsrechnung ausmachen. Eine Erörterung dieser Funktionalitäten ist Voraussetzung für eine formale Aufbereitung von Informations- und Funktionsdefinitionen. In diesem Zusammenhang werden auch funktionale Möglichkeiten zur Konfiguration der Informationssysteme vorgestellt. Eine abschließende Diskussion beurteilt die bestehenden Ansätze in den Systemen zur Bauauftragsrechnung im Hinblick auf die Problemstellung der Koordination und Abstimmung bei netzverteilter Bearbeitung der Aufgaben. Im Ergebnis dieser Beurteilung sind Schlußfolgerungen zu ziehen, welche die Notwendigkeit einer formalen Beschreibung der Bauauftragsrechnung begründen.

Aus dem fachlichen Umfeld baubetrieblicher Geschäftstätigkeit ergeben sich Informationen, deren Struktur die Inhalte, Zusammenhänge und Abläufe für ein Bauunternehmen beschreibt. Baubetriebliche Informationen unterstützen die Erbringung von Bauleistungen. Sie werden im Bauunternehmen als Daten in klassifizierter und strukturierter Form

aufbereitet, gesammelt, gespeichert, bearbeitet und ausgewertet. Ein baubetriebliches Informationssystem dient zur Verwaltung und Bearbeitung baubetrieblicher Informationen und unterstützt u.a. fachspezifische Tätigkeiten zur Bearbeitung eines Bauauftrags. In den vorherigen Kapiteln wurden Anforderungen an die Informationssysteme zur Bauauftragsrechnung benannt. Aus diesen Anforderungen leiten sich folgende allgemeine Kriterien ab, die eine Grundlage für eine Diskussion und Bewertung zum Stand der Technik sind:

- Integration aller Informationen in einer gemeinsamen Datenbasis
- Funktionale Durchgängigkeit über alle Phasen der Auftragsabwicklung
- Unterstützung standortunabhängiger und organisierter Zusammenarbeit der Fachbereiche

Die Realisierung dieser Anforderungen kann in einem baubetrieblichen Informationssystem durch eine Kombination von Fachapplikationen, Standardsoftware und ggf. Workflowsystem erfolgen. Die weiteren Betrachtungen zum Stand der Technik beziehen sich ausschließlich auf Fachapplikationen.

## 4.2 Stand der Technik

### 4.2.1 Allgemeines

Dieser Abschnitt verfolgt die Zielstellung, den kausalen Zusammenhang zwischen einem möglichen Vorgehen bei der Entwicklung und bestimmten Merkmalen im Ergebnis der Entwicklung einer Fachapplikation beispielhaft aufzuzeigen. Anders gesagt, die methodische Vorgehensweise bei der Entwicklung determiniert die späteren Ergebnisse. Zur Unterstützung dieser These wird auf Erfahrungen mit einer aktuellen Fachapplikation sowie deren spätere Einführung und anwenderseitige Betreuung zurückgegriffen. Die folgenden Ausführungen zeigen zunächst den Entwicklungsweg dieser Fachapplikation auf. Die aus diesem Entwicklungsweg resultierenden Merkmale der Fachapplikation werden anschließend zusammengefaßt und diskutiert.

### 4.2.2 Bisheriger Entwicklungsweg

Die Entwicklung der Fachapplikation erfolgte durch einen Softwarehersteller auf Anforderung und in Zusammenarbeit mit deutschen Bauunternehmen. Im Vorfeld der Entwicklung wurden die allgemeinen Anforderungen an eine Fachapplikation durch ein Gremium beteiligter Bauunternehmen in der ersten Fassung einer Systembeschreibung formuliert. Auf der Grundlage dieser ersten Systembeschreibung erfolgte die Erstellung einer zweiten detaillierten Systembeschreibung durch den Softwarehersteller.

**Systembeschreibung:** Die Aufgabe der zweiten Systembeschreibung bestand in der Formulierung der fachlichen und technischen Anforderungen sowie der Struktur- und Vorgehenskonzepte für die Softwareentwicklung. Zur Definition der fachlichen Anforderungen lag ein logisches Datenmodell und eine nach Modulen gegliederte Funktionsbeschreibung vor. Durch das logische Datenmodell, das in Form eines Entity Relationship Model's (ERM) existierte, erfolgte die Vorgabe der Informationsstrukturen. Die methodischen Grundlagen und Begriffe zum ERM werden im Abschnitt 5.2.4, „Informationsmodell“ erörtert. Die Beschreibung der Module enthielt Aufgabenstellungen, Vorgaben für die Benutzeroberfläche, Funktionen, Auswertungen und entsprechende Algorithmen für die Ermittlungen. Die inhaltliche Prüfung der Systembeschreibung durch die beteiligten Bauunternehmen ergab nach entsprechender Diskussion und Abstimmung mit dem Softwarehersteller Listen modulbezogener „offener Posten“. Die „offenen Posten“ führten bei deren Akzeptanz durch den Softwarehersteller als Anforderungskataloge zur Erweiterung der Systembeschreibung. Auf Anforderung der Anwenderseite erfolgte die Vertiefung einzelner Sachthemen in Form weiterer Lösungsbeschreibungen durch den Softwarehersteller oder in Zuarbeit durch die beteiligten Bauunternehmen.

**Designentwurf und Implementierung:** Als weitere Entwicklungsschritte wurden Designentwürfe zur Benutzeroberfläche sowie ein objektorientiertes Klassenmodell durch den Softwarehersteller präzisiert, die als Grundlage für eine erste Implementierungsstufe eines Prototypen dienten. Das o.g. ERM konnte nur teilweise als Grundlage in den objektorientierter Klassenentwurf einfließen, da durch die Präzisierung des funktionalen Teils der Systembeschreibung auch eine „Fortschreibung“ im ERM erforderlich war, die nicht erfolgte. Beim Erstellen des Klassenmodells wurden die funktionalen Teile der Systembeschreibung in den Informationsklassen direkt umgesetzt (s. Abschnitt 4.2.3, „Klassendefinition“). Die stufenweise Implementierung setzte auf die Designentwürfe zur Oberfläche sowie auf das Klassenmodell auf. Sie beinhaltete die Umsetzung des Klassenentwurfs in Programmcode sowie die Datenbankbindung. Die Anwenderseite wurde mit der Übergabe eines ersten Prototypen in die weitere Entwicklung einbezogen.

### 4.2.3 Klassendefinition

Um entwicklungsbedingte Merkmale im heutigen Stand der Softwarelösungen herauszustellen, kann der objektorientierte Zusammenhang von Informations- und Funktionsdefinition mit Hilfe einer Klassendefinition - auszugsweise und vereinfacht am Beispiel einer Projektstruktur - veranschaulicht werden. Die Abbildung 4.1 zeigt diesen beispielhaften Auszug aus einer Klassendefinition. Der Hintergrund objektorientierter Methoden - wie zum Klassenmodell - soll mit dem Hinweis auf die entsprechende Literatur an dieser Stelle nicht vertieft werden [Booch, 1994, S.109ff, S.223ff].

**Informationsklassen:** Da eine Projektstruktur die in einem Projekt zu verwaltenden Informationen zumeist hierarchisch strukturiert, spielt sie als ein funktionaler „Verteiler“ zu den verschiedenen Strukturelementen eine zentrale Rolle in einer Applikation (s.

Abschnitt 4.3.5, „Modul Projektstruktur“). Der abgebildete Auszug einer Klassendefinition zeigt die Informationsklasse *Projekt*, die das Projekt einer Baumaßnahme definiert und zu den Klassen *ProjektKopf*, *ProjektKatalog* und *ProjektVariante* in Beziehung steht. Die Beziehungen sind vom Typ Komposition, wodurch die existentielle Abhängigkeit von der Klasse *Projekt* zum Ausdruck kommt. In existentiell-abhängiger Beziehung zur Klasse *ProjektVariante* stehen die Informationsklassen *Projekt-LV* und *Vergabeneinheit*. Die Informationsklassen *ProjektKOA* und *ProjektKOA* definieren den Kostenartenkatalog als einen Katalog zur Verwaltung von Kostenarten im Projekt.

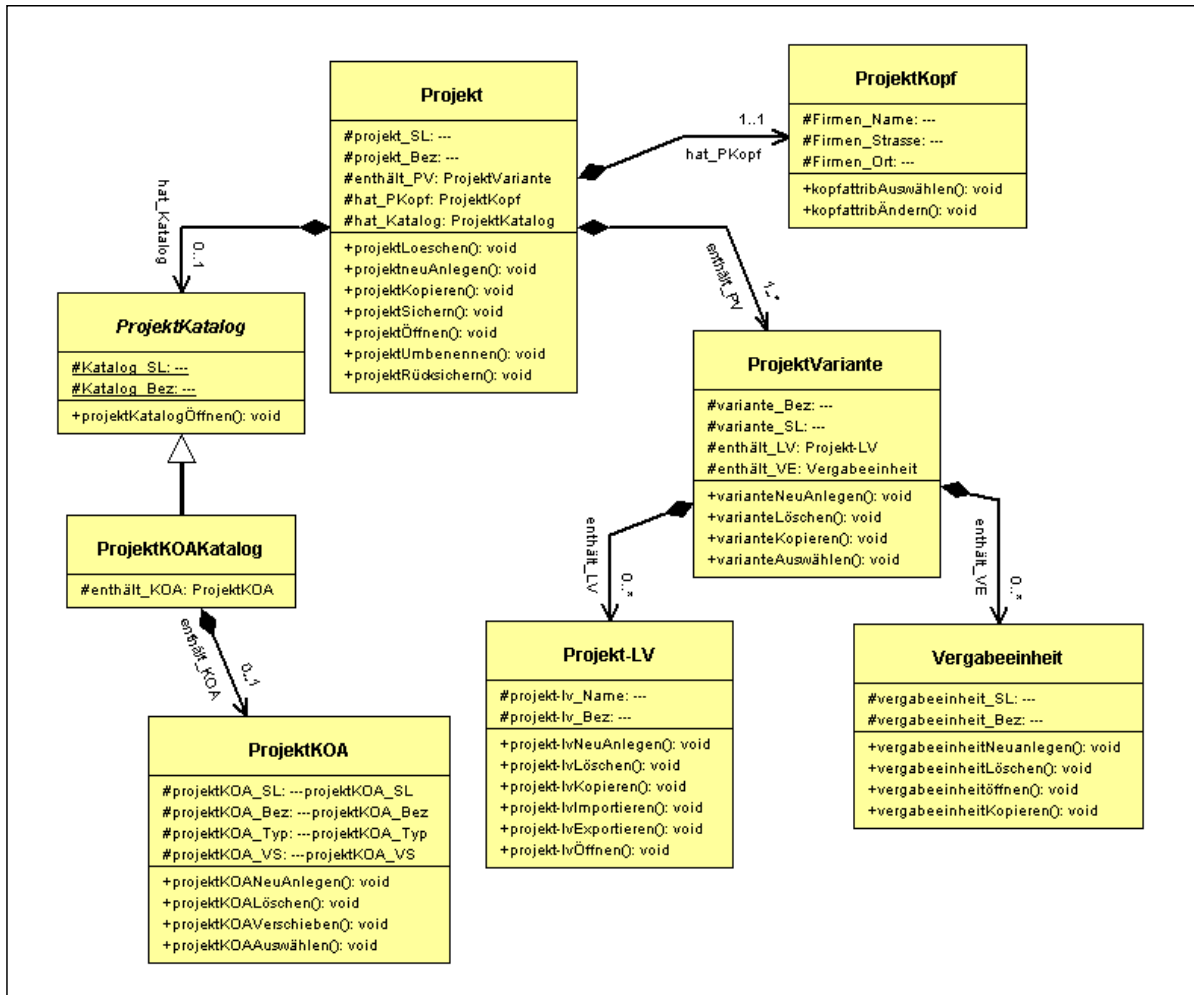


Abbildung 4.1: Auszug aus dem Klassenmodell der Projektstruktur

**Funktionalitäten:** Gemäß o.g. Klassenmodell wird für die Informationsobjekte ein Funktionsumfang zur Verfügung gestellt. Die Informationsklassen enthalten Methoden, die als Funktionen zur Objektbearbeitung fest vorgegeben sind. Dieser Aspekt wird anschließend bezüglich der Eigenschaften der objektorientierten Oberfläche weiter präzisiert.



Auch die Definition der Funktionalitäten basiert in Fachapplikationen auf der Objektorientierung. Da die Informationsklassen Methoden zur Bearbeitung der Informationsobjekte bereitstellen, ergibt die Bildung von Paketen im Klassenmodell eine Zusammenfassung von Funktionen zu Subsystemen. Im Sinne der Unified Modeling Language (UML) ist ein Paket eine Ansammlung von Modellelementen und vereinigt mehrere zusammengehörende Klassen aus einer Klassendefinition, die über Schnittstellen (Schnittstellenklassen) miteinander kommunizieren [Oestreich 1998, S.257f].

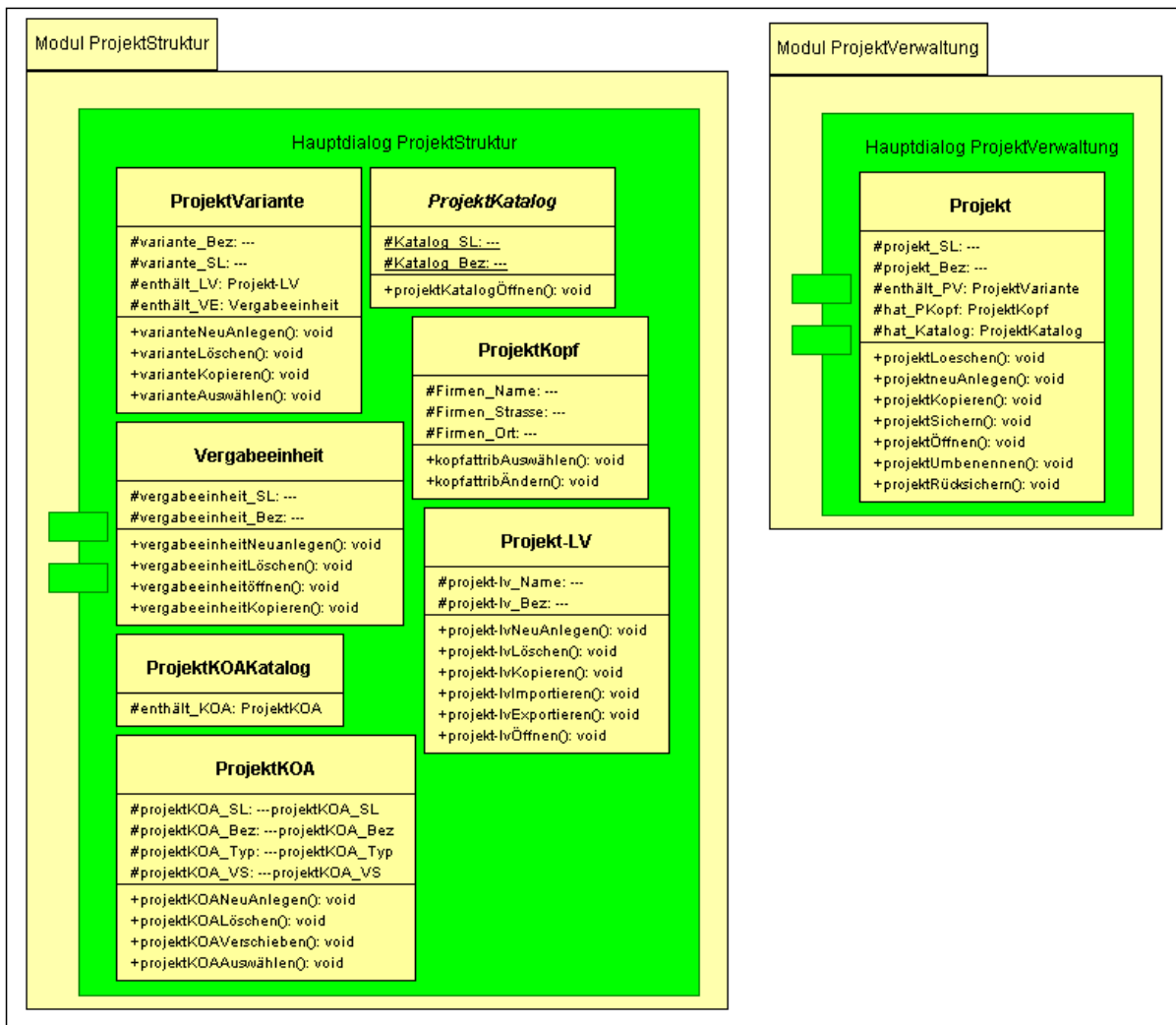


Abbildung 4.2: Modul Projektstruktur und Projektverwaltung

Infolge der Paketbildung wurden u.a. Informations- und Dialogklassen zu Modulen zusammengefaßt. Die Abbildung 4.2 zeigt eine Modulbildung. Hierbei erfolgt die Zuordnung von Informationsklassen zu Paketen, wobei ein Paket ggf. einem Hauptdialog im Modul entspricht. Ein Modul verwaltet einen bestimmten Funktionsumfang, der in der Regel in einem Hauptdialog mit mehreren Nebendialogen zur Verfügung steht. Wenn z.B.

im Modul *ProjektStruktur* gearbeitet wird, so steht ein Hauptdialog für die Informationsklassen aus der Projektstruktur zur Verfügung. Dagegen muß z.B. zur Darstellung einer Auftragsübersicht ein Nebendialog aus dem Hauptdialog der Projektstruktur extra aufgerufen werden.

#### 4.2.4 Benutzeroberfläche

**Grafische Oberfläche:** Die Benutzeroberfläche einer Applikation basiert nach heutigem Stand der Technik auf objektorientierter Methodik. Sowohl die Informationsdefinitionen als auch die Funktionalitäten sind nach folgendem Prinzip objektorientiert geprägt:

- **Objektauswahl:** Um ein Informationsobjekt zu bearbeiten, muß dieses auf der grafischen Oberfläche ausgewählt werden.
- **Funktionsauswahl per Kontextmenü:** Ein ausgewähltes Informationsobjekt bestimmt die weitere Bearbeitungsmethodik (Funktionalität). Eine mögliche Funktionsauswahl wird über ein objektbezogenes Kontextmenü zur Verfügung gestellt.

Die interaktive Auswahl erfolgt auf der grafischen Oberfläche. Entsprechende Funktionen bewirken, daß ein Objekt vorzugsweise zur Ansicht ausgewählt wird, oder mit der Objektauswahl gleichzeitig eine Funktion für den weiteren Fortgang der Bearbeitung zur Verfügung steht. Die grafische Oberfläche bietet verschiedene redundante Funktionen an, die abhängig von den Standards des Betriebssystems sind - wie z.B. Kontextmenüs unter MS-Windows®. Zusätzlich existieren nur wenige applikationsspezifische Funktionen. Der Vorteil einer „streng“ standardisierten Benutzeroberfläche besteht in ihrem hohen Bekanntheitsgrad, was den Schulungs- und Lernaufwand für Anwender mit entsprechender Vorbildung reduziert. Daß Funktionen redundant angewendet werden können, ist in Applikationen üblich.

### 4.3 Module

#### 4.3.1 Allgemeines

Die Betrachtung entwicklungsbedingter Merkmale derzeitiger Softwarelösungen dient als Ausgangspunkt, Datenstrukturen und Funktionen in den Modulen baubetrieblicher Fachapplikationen zu präzisieren. Hierfür besteht die Notwendigkeit, um einerseits den Stand der Technik im Hinblick auf die Problemstellung der Koordination und Zusammenarbeit im System beurteilen zu können. Andererseits werden Informationsdefinitionen und Funktionen für eine formale Aufbereitung der Bauauftragsrechnung vorgegeben.

Die folgenden Ausführungen betrachten zunächst das Datenkonzept der Aufteilung in Stamm- und Projektdaten, das den Modulen zugrunde liegt. Die Beschreibung der ausgewählten Module - Projektverwaltung, Projektstruktur, Leistungsverzeichnis und Kalkulation - orientiert sich am hierarchischen Konzept der Untergliederung eines Projekts

in seine Strukturbestandteile. Gemäß dem objektorientierten Klassenmodell der Projektstruktur vereinigen diese Module funktionale Pakete entsprechender Informationsklassen in sich.

### 4.3.2 Stamm- und Projektdaten

Der Abschnitt verfolgt das Ziel, die Klassifizierung der Informationen als Grundlage einer Datenstruktur für ein Informationssystem zu erörtern. Diese Klassifizierung ordnet die Informationen zunächst nach ihren dynamischen Eigenschaften in statische und dynamische Informationen, was zur Einteilung in Stamm- und Projektdaten führt. Die Abbildung 4.3 verdeutlicht das Prinzip der Datenverwaltung in einer Fachapplikation zur Bauauftragsrechnung. Es zeigt die Trennung von Stamm- und Projektdaten.

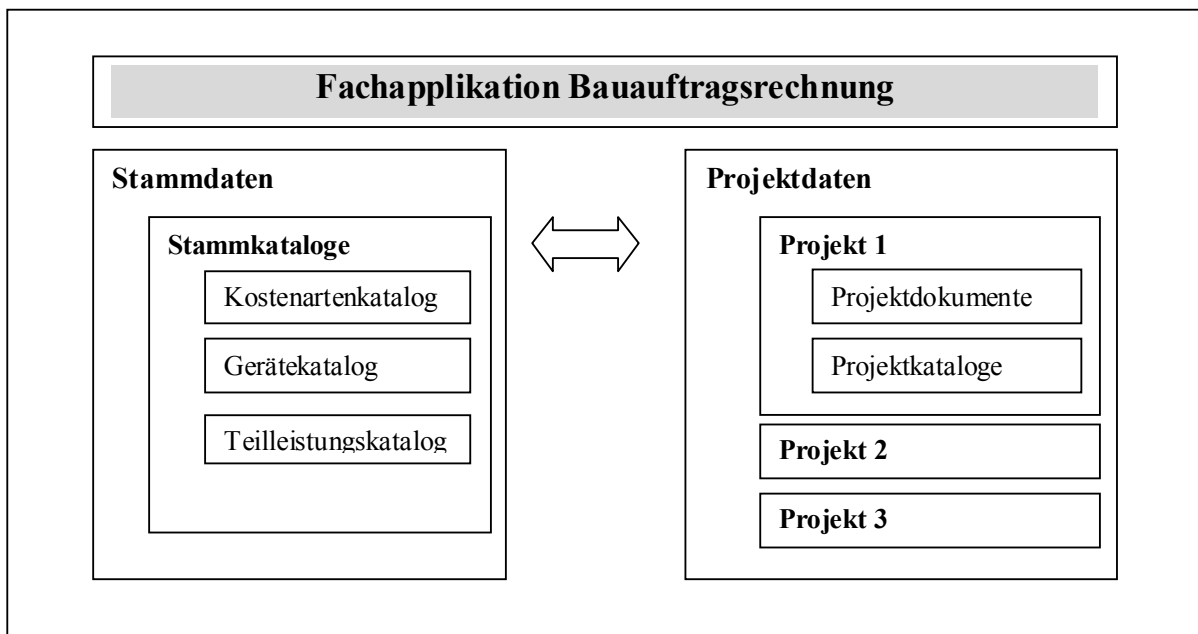


Abbildung 4.3: Datenverwaltung einer Fachapplikation zur Bauauftragsrechnung

**Stammdaten:** Als Stammdaten sind weitestgehend feststehende Datenbestände zu klassifizieren, die als Wissensbasis zur Bearbeitung beweglicher Datenbestände entsprechende Vorlageinformationen, wie Textvorlagen, Ordnungssysteme und Strukturvorlagen sowie sachbezogene Merkmale und deren Ausprägungen bereitstellen. In baubetrieblichen Informationssystemen dienen Stammdaten vorrangig als Wissensspeicher zur Verwaltung von Abruf- und Kopiervorlagen sowie zur Organisationsunterstützung während einer Projektbearbeitung. Stammdaten haben keinen konkreten Projektbezug. Während der Projektbearbeitung werden in den Bearbeitungsdialogen einer Fachapplikation entsprechende funktionale Werkzeuge bereitgestellt, die einen gezielten Stammdatenzugriff unterstützen.

**Projektdaten** Als Projektdaten sind Datenbestände zu klassifizieren, die - im Gegensatz zu Stammdaten - eine konkrete Projektzuordnung zu einem Bauvorhaben, einer Baumaßnahme oder einem Bauwerk haben. Zur IT-mäßigen Verwaltung von Projektdaten existieren im Informationssystem Projektdatenbestände (nachfolgend Projekte genannt), in denen alle projektspezifischen Informationen gesammelt, bearbeitet und ausgewertet werden. Projektdaten unterliegen über den gesamten Lebenszyklus eines Projekts ständiger Anpassung und Fortschreibung. Innerhalb eines Projekts sind Projektdokumente und Projektkataloge zu unterscheiden.

### 4.3.3 Kataloge

**Kataloge:** Die Vielfalt möglicher Stammdaten im Baubetrieb führt zu deren sachbezogener Unterteilung. Da bei Stammdaten eine Analogie zu „Nachschlagwerken“ besteht, liegt hierfür der Begriff „Kataloge“ nahe. Kataloge sind Strukturkonstruktionen, die sachbezogene Informationen systematisieren und strukturiert zusammenfassen. Da die Strukturen der Katalogdaten in Stamm und Projekt identisch sind, existieren Stammkataloge sowie im Projekt gleichbenannte Projektkataloge. Projektkataloge besitzen einen identischen Aufbau wie Stammkataloge, speichern jedoch nur den Teil der Informationen, der für ein bestimmtes im Projekt spezifisch ist.

In Bearbeitungsdialogen der Fachapplikationen können während einer Projektbearbeitung benötigte Informationen aus Stamm- oder Projektkatalogen „abgerufen“, d.h. kopiert, werden. Das bedeutet, in einem Projektkatalog befinden sich durch gezielte Abrufvorgänge aus Stammkatalogen kopierte, ggf. geänderte sowie auch neu erstellte Katalogdaten. Für eine formale Aufbereitung der Bauauftragsrechnung sollen der Kostenartenkatalog, Gerätecatalog und Formelkatalog betrachtet werden, da diese Kataloge während der Vorgänge und Tätigkeiten zur Kalkulation zur Anwendung kommen.

**Kostenarten:** Entsprechend der Definition des Begriffs „Kostenart“ (s. Abschnitt 2.4.3, „Kostenart“) verwaltet der technische Kostenartenkatalog die Kostenarten eines Bauunternehmens mit dem Hintergrund der verursachungsgerechten Darstellung von Sollkosten. Im Katalog erfolgt die Gliederung der Kostenarten in mehreren hierarchischen Ebenen. Dabei verwaltet oberste Hierarchieebene die Hauptkostenarten, in den darunter liegenden Ebenen erfolgt eine weitere Untergliederung nach Unterkostenarten.

Möglichkeiten, Kostenarten eines Kostenartenkatalogs als hierarchisch-strukturierte Kataloginformationen in Fachapplikationen zu visualisieren, bieten grafische Benutzeroberflächen in Form der Baumdarstellung. Die Abbildung 4.4 zeigt beispielhaft einen geöffneten Kostenartenkatalog. Zum Neuanlegen oder Löschen einzelner Strukturelemente des Kostenartenkatalogs sind nach interaktiver Auswahl einer KOA die entsprechenden Funktionen aufzurufen. Auf diese Weise können neue Elemente in die Baumstruktur eingefügt, angefügt oder als Unterelemente angelegt werden und erhalten eine hierarchische Einordnung. Beim Neuanlegen einer KOA erfolgt die Vergabe eines eindeutigen KOA-Schlüssels, der die Sortierung im Baum bestimmt. Auf der Ebene einer Unterkostenart ermöglicht eine Zuordnung im Feld „Übergeordnete Kostenart“ einen hierarchischen Strukturaufbau.

Durch die Zuordnung des Schlüssels einer übergeordneten KOA, besteht eine 1:n Beziehung zwischen einer übergeordneten KOA und den jeweils untergeordneten KOA's. Diese Zuordnungsform ermöglicht eine freie Schlüsselvergabe. Da im Bedarfsfall u.a. auch neue KOA's während der Kalkulationstätigkeiten zu erfassen und in die Struktur einzubinden sind, hat dies den Vorteil, daß keine Restriktionen für eine Definition von KOA's bestehen. Die restriktive Vorgabe eines hierarchisch aufgebauten KOA-Schlüssels ohne freie Zuordnungsmöglichkeit würde in der Praxis zu unakzeptablen Einschränkungen führen.

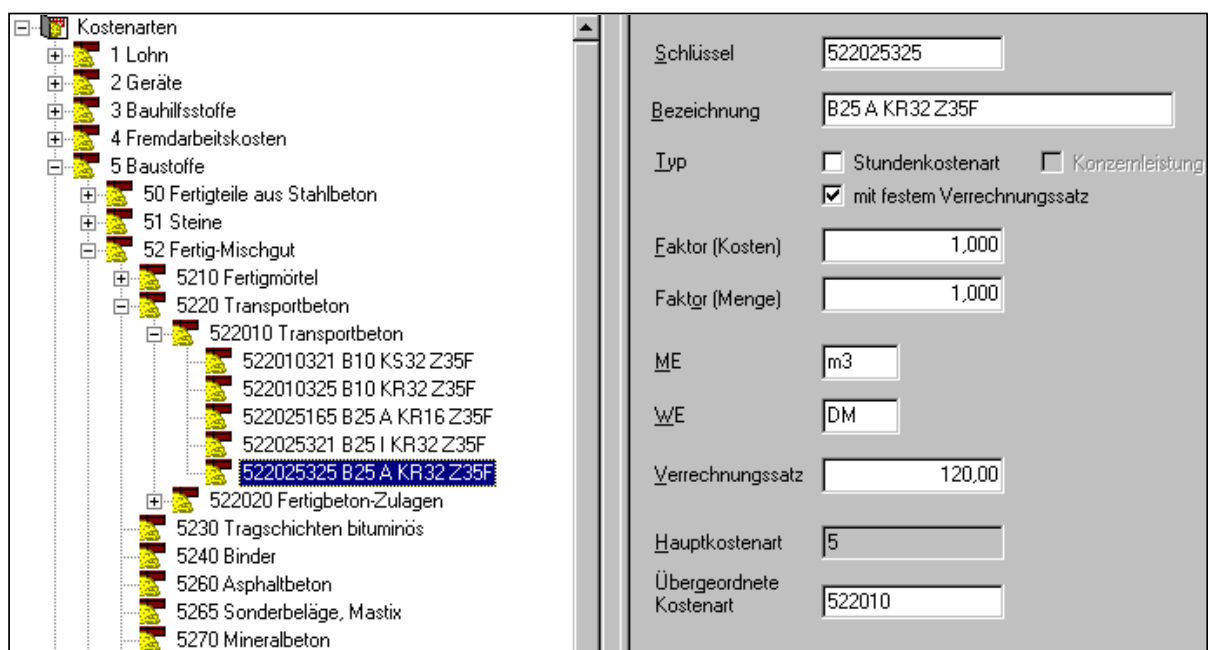


Abbildung 4.4: Auszug aus einem Kostenartenkatalog

**Gerätekatalog:** Der Gerätekatalog verwaltet die für das Bauunternehmen verfügbaren eigenen Baugeräte mit ihren typischen Gerätekosten für Abschreibung und Verzinsung (AuV), Reparatur, Kraft- und Betriebsstoffe, Strom usw. Mit der interaktiven Bildung sog. „Gerätebausteine“ erfolgt ein Zugriff auf die im Gerätekatalog gespeicherten Gerätekosten, die an einen Gerätebaustein übergeben werden. Ein Gerätebaustein enthält für die Bearbeitung der Kalkulation einen vorgefertigten Kalkulationsansatz, der in einen Kalkulationsansatz einer LV-Position durch Anwendung von Kopier- bzw. Abruffunktionen eingebunden werden kann. Insofern ist der Gerätebaustein eine spezifische Form eines Kalkulationsbausteins, dessen vorgefertigter Kalkulationsansatz Gerätekosten des Gerätekatalogs enthält.

**Formelkatalog:** Ein Formelkatalog dient zur Unterstützung der Mengenermittlung bzw. Aufmaßbearbeitung. Im Kontext einer Mengenermittlung erfolgt durch die Auswahl von Berechnungsformeln eine formelgestützte Dialoganpassung zur Eingabe von Rechenwerten. Die funktionale Gestaltung des Formelkatalogs muß den Anforderung gültiger

Normen zur Bauabrechnung, wie der GAEB-VB 23.004, genügen [GAEB-VB 23.004 1999, S.12ff].

#### 4.3.4 Modul Projektverwaltung

Da in einer Fachapplikation der zu bearbeitende Datenbestand in der Regel aus mehreren Projekten besteht, ist eine funktionale Konstruktion zur Verwaltung dieser Projekte erforderlich. Die Projektverwaltung ist ein Modul, das Dialoge und Funktionen zur organisierten Verwaltung in sich abgeschlossener Projektdaten zur Verfügung stellt. Funktionen einer Projektverwaltung sind u.a. Neuanlegen, Kopieren, Löschen, Archivieren, Deaktivieren eines Projekts oder einer Projektgruppe sowie der Druck von Projektlisten und Projektgrundinformationen. Für diese Funktionen sind Möglichkeiten zur benutzerabhängigen Konfiguration erforderlich. Durch Zuweisung entsprechender Zugriffsberechtigungen können einem Benutzer oder einer Benutzergruppe die Rechte zur Ausführung dieser Funktionen erteilt werden. Eine Vergabe von Funktionsberechtigungen kann aus organisatorischen Gründen notwendig sein, z.B. wenn Projekte nur durch bestimmte Mitarbeiter neuangelegt oder gelöscht werden dürfen.

**Strukturierung nach Projektgruppen:** Beim Neuanlegen eines Projekts erfolgt die Festlegung eines Projektschlüssels und einer Projektbezeichnung. In der Regel ist ein Projekt mit diesen Informationen in einer Projektverwaltung - z.B. in einer grafischen Baumdarstellung - identifizierbar. Eine Projektverwaltung kann in hierarchischer Struktur vorliegen. Dabei verwalten übergeordnete Strukturelemente, die z.B. als Projektordner symbolisch darstellbar sind, jeweils eine Projektgruppe. Die hierarchische Strukturierung ermöglicht u.a. eine Anpassung an die Unternehmensstruktur, z.B. nach Fachbereichen *Kalkulation* und *Baustellensteuerung*. Auf die jeweilige Projektgruppe oder auf das einzelne Projekt lassen sich Zugriffsberechtigungen für Benutzergruppen und Benutzer zuweisen.

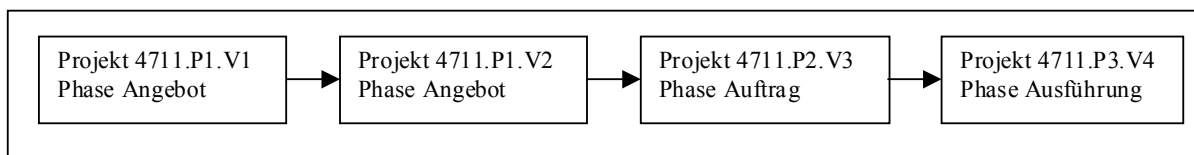


Abbildung 4.5: Projektphasen und Projektversionen

**Projektversion und Projektphasen:** Gemäß der Beschreibung im Abschnitt 2.2, „Phasen eines Bauauftrags“ werden die Kalkulationsarten Angebots-, Auftrags- und Arbeitskalkulation in den dementsprechenden Unterphasen im Ablauf bearbeitet. Entsprechend dieser Kalkulationsarten durchläuft der Datenbestand eines Projekts in einer Fachapplikation in der Regel die Projektphasen Angebot, Auftrag und Ausführung. Im Ablauf finden unter der Projektphase Angebot die Angebotsvorbereitung und

Angebotskalkulation statt. Die Projektphase Auftrag verwaltet die Auftragskalkulation und die Projektphase Ausführung die Arbeitsvorbereitung, die Baustellensteuerung sowie das Baustellen-Controlling. Zur Projektverwaltung sind für diese Projektphasen jeweils Arbeitsstände zu speichern, was durch den Einsatz von Projektversionen möglich wird. In der Abbildung 4.5 durchläuft das Beispielprojekt 4711 die Projektversionen V1 bis V4. Jede Projektversion gehört zu einer Projektphase. Die Projektversionen entstehen nacheinander durch Kopiervorgänge, d.h. aus dem Projekt 4711.P1.V1 wird durch Kopieren das Projekt 4711.P1.V2 erzeugt usw. Der Vorteil dieser Methode besteht in der unabhängigen Verwaltung einer Projektphase sowie dem möglichen „Einfrieren“ aktueller Bearbeitungsstände zu einem beliebigen Zeitpunkt. Alle Katalogdaten werden mit der Projektversion aktuell gespeichert. Somit ist u.a. eine phasenabhängige Speicherung von Verrechnungssätzen bei Kostenarten möglich.

### 4.3.5 Modul Projektstruktur

In diesem Abschnitt werden Struktur, Informationsdefinitionen und Funktionen eines Moduls *Projektstruktur* betrachtet. Dieses Modul hat zur Aufgabe, die sachbezogenen Informationen innerhalb eines Projekts systematisch gegliedert zu verwalten. Im heutigen Stand der Fachapplikationen ist eine Bearbeitung dieser Projektinformationen auf grafischen Benutzeroberflächen in Strukturbäumen üblich, in denen Strukturelemente zu- meist hierarchisch verwaltet werden. Zur Auswahl eines Strukturelements kann ein Strukturbaum schrittweise geöffnet bzw. geschlossen werden. Auf jeder Hierarchieebene eines Strukturbaums existieren Ansichten für die Informationen der Strukturelemente. Bei interaktiver Auswahl eines Strukturelements ist eine inhaltliche Bearbeitung entsprechender Datenfelder möglich. Die oberste Ebene der Baumstruktur entspricht dem Projekt und bildet in der Regel dessen Grundinformationen ab, wie z.B. Projektschlüssel, Projektbezeichnung, Adressen usw.

**Strukturelemente:** Innerhalb einer Projektstruktur gliedern Projektordner die Informationen in Projektvarianten, Kataloge und ggf. „freie Dokumente“. Im Zuge einer Projektbearbeitung werden im Ordner *Projektvarianten* Projektdokumente - wie LV's, Vergabeeinheiten usw. - angelegt und bearbeitet. Im Ordner für „freie Dokumente“ finden zusätzlicher Schriftverkehr, Protokolle, Tabellen und Grafiken ihre Ablage. Die Tabelle 4.1 zeigt Elemente einer möglichen Projektstruktur. Während einer Projektbearbeitung werden diese Projektdokumente und Unterdokumente in der jeweiligen Projektphase ständig fortgeschrieben. Obwohl in der Projektstruktur phasenbezogen dieselben Projektdokumente zu bearbeiten sind, haben die jeweiligen Funktionalitäten in den Bearbeitungsdialogen dieser Projektdokumente phasenbezogene Ausprägungen, da für die angewendeten Methoden z.B. in der Angebotskalkulation andere Ziele als in der Arbeitskalkulation bestehen. In der Ausführungsphase werden zusätzlich weitere baustellenspezifische Dokumente - wie z.B. *Ist-Kosten*, *Ist-Stunden* und *Abrechnung* - bearbeitet.

**Projektvarianten:** Innerhalb jeder Projektphase - insbesondere während der Projektphase *Angebot (P1)* sind mehrere Projektvarianten im Ordner *Projektvarianten* zu verwalten. Eine Projektvariante faßt Projektdokumente und deren Unterdokumente zusammen, die zu einem Angebot oder Auftrag gehören. Diese Strukturelemente werden im Strukturbaum zumeist durch Symbole visualisiert und entsprechend ihres Dokumententyps benannt. Wenn mehrere Dokumente gleichen Typs vorkommen, sind diese durch frei wählbare Schlüssel zu unterscheiden. Die Schlüsselvergabe legt die Reihenfolge der Dokumente in der jeweiligen Projektvariante fest. Dokumente, die nur einmal pro Projektvariante vorkommen, erhalten einen frei wählbaren Dokumentnamen.

Projektordner	Projektdokumente	Unterdokumente	Projektphase		
			P1	P2	P3
Projektvariante 1-m	LV 1-n	Mengenermittlungen für LV-, VA-Mengen	P1	P2	P3
		Mengenermittlungen für RE-, LE-Mengen			P3
	Vergabeeinheiten	NU-LV1-n	P1	P2	P3
		Preisspiegel 1-n	P1	P2	P3
	Abrechnung				P3
Ist-Kosten, Ist-Stunden				P3	
Kataloge	Kostenartenkatalog		P1	P2	P3
	Gerätekatalog		P1	P2	P3
	Gerätebausteinkatalog ...		P1	P2	P3
freie Dokumente	Anschreiben usw.		P1	P2	P3

Tabelle 4.1: Projektstruktur in Projektphasen P1-P3

Neben der Verwaltung dieser Projektdokumente faßt eine Projektvariante auch typische Informationen - wie die Angebotssumme, Auftragssumme, HSK, Budgetwerte usw. - aus dem Stand der Angebots- bzw. Auftragsbearbeitung zusammen, die zumeist auf der Auswertung untergeordneter Strukturelemente basieren.

**LV 1-n:** Unter einer Projektvariante sind mehrere LV's möglich. Die LV's 1-n bilden gemeinsam das Projekt-LV. Der Dokumententyp LV kann unter einer Projektvariante neu angelegt, importiert, geöffnet und bearbeitet werden. Außerdem sind bei Bedarf Preise in ein LV zu importieren oder ein LV ist zu exportieren. Für ein LV existieren Datendefinitionen der LV-Grunddaten, wie LV-Schlüssel, LV-Bezeichnung, LV-Hierarchie usw.

**Mengenermittlung:** Jedes LV kann mit mengentypbezogenen Mengenermittlungen (Aufmaße) verknüpft sein. Diese (Unter-) Strukturelemente entsprechen Unterdokumenten, die bei Bedarf aus der LV-Bearbeitung oder aus der Projektstruktur heraus geöffnet



und bearbeitet werden. Entsprechend der möglichen Mengentypen können Mengenermittlungen für LV-, VA-, RE- sowie LE-Mengen vorkommen.

**Vergabeeinheiten:** Eine Projektvariante verwaltet Strukturelemente, welche in der Bauauftragsrechnung die GU-Seite abbilden. Um den Anforderungen eines GU's zu genügen, ist im System auch die vertragliche Seite zu Nachunternehmern abzubilden. Das Strukturelement Vergabeeinheiten dient zur Verwaltung dieser vertraglichen Sicht. Unter den Vergabeeinheiten befinden sich als (Unter-)Strukturelemente NU-LV's und ggf. deren Preisspiegel. Da Vergabeeinheiten diese (Unter-) Strukturelemente enthalten, werden die NU-LV's im expandierten Baum der Projektstruktur als weitere Ebene abgebildet.

**Abrechnung:** In der Projektphase *Ausführung (P3)* kann unter einer Projektvariante ein Dokument *Abrechnung* neu angelegt, geöffnet und bearbeitet werden. In diesem Dokument werden alle zur Abrechnung eines Bauauftrags notwendigen Informationen verwaltet. Ein Projektdokument *Abrechnung* dient neben der Rechnungsverwaltung ggf. auch zur Verwaltung der Zahlungseingänge. In der Rechnungsverwaltung sind Rechnungsarten wie Pauschal-, Abschlags-, Teilschluß- und Schlußrechnungen möglich. Die Rechnungen basieren auf den jeweiligen LV's der Projektvariante sowie deren Mengenermittlung für RE-Mengen. In der zur *Abrechnung* gehörenden Zahlungsverwaltung kann der Zahlungseingang den Rechnungen gegenübergestellt werden. Da die Verwaltung der Rechnungsausgänge sowie der Zahlungseingänge Bestandteil der Betriebsbuchhaltung sind, soll an dieser Stelle auf eine Integration oder (zumindest) eine Schnittstelle zwischen **Bauauftragsrechnung** und **Betriebsbuchhaltung** besonders hingewiesen werden.

**Ist-Kosten, Ist-Stunden:** Diese Dokumente sind - wie die *Abrechnung* - an die Projektphase *Ausführung (P3)* gebunden und können neu angelegt, geöffnet und bearbeitet werden. Das Dokument *Ist-Kosten* verwaltet alle per Berichtszeitraum erfaßten oder importierten Ist-Kosten aus der Kostenrechnung. Anstelle der Erfassung kann der Import per Schnittstelle über ein entsprechendes Datenaustauschverfahren bzw. direkt im Onlineverfahren erfolgen. Dazu ist eine Integration zur Betriebsbuchhaltung erforderlich, die an dieser Stelle nicht betrachtet werden soll. Im Dokument *Ist-Stunden* werden die geleisteten Stunden per Berichtszeitraum erfaßt oder aus Systemen der Betriebsdatenerfassung bzw. der Lohnbuchhaltung importiert.

**Ordner Kataloge:** Unter diesem Ordner befinden sich - analog zu den Stammkatalogen - alle Katalogarten als Projektkataloge, die unter dem Abschnitt 4.3.3, „Kataloge“, bereits beschrieben wurden. Im Gegensatz zu den Stammkatalogen enthalten die entsprechenden Projektkataloge diejenigen Katalogdaten, die während der Projektbearbeitung entstehen.

**Funktionen einer Projektstruktur:** Die Funktionen entsprechen objektorientierten Methoden, d.h. ein entsprechendes Strukturelement (Objekt) wird ausgewählt und mit der zugehörigen Funktion bearbeitet. Die Funktionen zur Bearbeitung einer Projektstruktur

unterscheiden sich nach allgemeinen und speziellen Funktionen. Entsprechend der Tabelle 4.1 sind allgemeine Funktionen in der Projektstruktur sowohl auf Projektordner als auch Projektdokumente und Unterdokumente anwendbar. Diese Funktionen sind Grundfunktionen wie *Neuanlegen*, *Löschen*, *Verschieben*, *Kopieren*, *Einfügen* und *Drucken* von Strukturelementen sowie *Importieren* und *Exportieren*. Dabei handelt es sich um elementare Funktionen, auf deren weitere Spezifizierung verzichtet werden kann, da hierbei spezielle Methoden der Benutzeroberfläche - wie Drag & Drop, Shortcuts, Menu- bzw. Kontextmenüfunktionen - oder auch Standardverfahren - wie nach GAEB - zugrunde liegen. Spezielle Funktionen in einer Projektstruktur dienen nicht zur Bearbeitung einzelner Strukturelemente. Sie betreffen das Projekt als Ganzes und werden entweder aus der geöffneten Projektstruktur aufgerufen oder sind funktionaler Bestandteil der Projektverwaltung. Derartige Funktionen sind u.a. *Projektphase wechseln* und *Projektversion erzeugen*.

### 4.3.6 Modul Leistungsverzeichnis

Dieser Abschnitt soll eine Übersicht über die Datenstruktur, den Dialog und die Funktionen einer LV-Bearbeitung geben. Im Hinblick auf die Datenstruktur im LV wird auf den Abschnitt 2.3, „Leistungsbeschreibung“ verwiesen, der die zugrunde liegenden Informationsdefinitionen sowie deren strukturellen Zusammenhang beschreibt. Aus dem Kapitel 3, „Strukturen und Ablauf“, geht hervor, daß eine LV-Bearbeitung in verschiedenen Vorgängen mit jeweils unterschiedlichem Kontext im Ablauf erforderlich ist. An dieser Stelle werden Dialog und Funktionen ohne diesen konkreten Bezug betrachtet.

**Dialog:** Ein Aufruf eines Bearbeitungsdialogs erfolgt in der Regel aus der Projektstruktur heraus durch die Auswahl eines Projektdokuments vom Typ LV oder eines Unterdokuments vom Typ NU-LV. Gemäß dieser Auswahl wird entweder unter einer Projektvariante ein *Projekt-LV* oder unter einer Vergabeeinheit ein *NU-LV* geöffnet und bearbeitet. Die jeweiligen Dialoge zur LV-Bearbeitung sind dabei identisch. Eine mögliche Dialogform ist ein Bearbeitungsfenster als Hauptdialog, das sich in flexible Splittfenster unterteilt. Dabei sind jeweils Splittfenster für einen Strukturbaum, für eine Einzel- oder Tabellenansicht der LV-Gruppen und LV-Positionen sowie für die Langtextbearbeitung vorhanden. Die im Strukturbaum ausgewählten LV-Elemente können entweder in einer Einzelansicht oder in tabellarischer Form bearbeitet werden. Bei Tabellenansichten sind die Anzeigeeigenschaften der Tabellenspalten in der Regel benutzerspezifisch einzustellen (s. Abschnitt 4.4, „Konfiguration“).

**Langtext:** Die funktionale Grundlage für die Langtextbearbeitung ist ein Texteditor mit grafischer Oberfläche, dessen spezieller Funktionsumfang z.B. auf Formatvorlagen basiert und u.a. grafische Darstellungen, Skizzen usw. im Text verwalten kann. Die Voraussetzung zur Langtextbearbeitung ist die vorherige Auswahl eines entsprechenden LV-Elements.

**Funktionen einer LV-Bearbeitung:** Die zur Bearbeitung von LV-Gruppen und LV-Positionen zur Verfügung stehenden Funktionen wirken objektorientiert, d.h. ein entsprechendes LV-Element (Objekt) wird ausgewählt und mit der zugehörigen Funktion bearbeitet. Zur LV-Bearbeitung sind Grundfunktionen wie *Neuanlegen*, *Löschen*, *Verschieben*, *Kopieren* und *Einfügen* von LV-Elementen sowie spezielle Funktionen zum *Nummerieren* der OZ oder *Komprimieren* und *Expandieren* der Darstellung in Strukturbäumen erforderlich. Diese Funktionen werden als elementare Funktionen betrachtet, denen spezielle Verfahren der Benutzeroberfläche - wie Drag & Drop, Shortcuts, Menu- bzw. Kontextmenüfunktionen - zugrunde liegen. Die Bearbeitung der LV-Elemente erfolgt kontextabhängig, d.h. aus dem Kontext der Bearbeitungssituation ergibt sich die jeweilige Funktionalität. In Bezug auf die Bildung von Ordnungszahlen für LV-Elemente unterliegt dieser funktionale Kontext den Vorgaben aus der Definition der LV-Struktur (OZ-Maske).

### 4.3.7 Modul Kalkulation

Dieser Abschnitt betrachtet den Dialog und die Funktionen im Modul *Kalkulation*. Im Hinblick auf die Datenstrukturen und die Algorithmen in diesem Modul wird auf den Abschnitt 2.6, „Kalkulationsverfahren“ verwiesen, der die Informationsdefinitionen sowie deren strukturellen Zusammenhang beschreibt. Aus dem Kapitel 3, „Strukturen und Ablauf“ geht hervor, daß die Kalkulationsarten im Ablauf phasenorientiert sind. Der nachfolgende Dialog wird ohne konkreten Bezug auf eine Projektphase betrachtet.

**Dialog:** Der Aufruf des Kalkulationdialogs ist abhängig vom Aufbau der Projektstruktur. Wenn die Projektstruktur ein separates Dokument für die Kalkulation vorsieht, erfolgt der Aufruf mit der Auswahl und dem Öffnen des Strukturelements vom Dokumenttyp *Kalkulation*. Eine alternative Möglichkeit - ohne einen eigenen Dokumenttyp *Kalkulation* in einer Projektstruktur - besteht, indem ein Kalkulationsdialog als Unterdialog zur LV-Bearbeitung existiert. In diesem Fall erfolgt das Öffnen des Unterdialogs zur Kalkulation per Funktionsaufruf im geöffneten Dialog des Moduls *Leistungsverzeichnis*. Die Beschreibung der Projektstruktur im Abschnitt 4.3.5, „Modul Projektstruktur“ geht von der zweiten Variante aus, die nachfolgend weiter betrachtet wird.

Ein Kalkulationsdialog im Bearbeitungsfenster des Hauptdialogs einer LV-Bearbeitung kann neben den vorhandenen Splittfensterbereichen - Baumstruktur, Einzelansicht bzw. Tabellenansicht und Langtext - als zusätzlicher Tabellenbereich für Kalkulationsansätze vorhanden sein. In diesem Tabellenbereich erfolgen die Kalkulationstätigkeiten, wobei Kalkulationszeilen als Unterpositionen oder Ansatzzeilen bearbeitet werden. Eine Unterposition unterscheidet sich durch einen Schlüssel (UPos-ID) von einer Ansatzzeile. Eine Ansatzzeile ist durch eine Kennung als KOA-Zeile, Gerätezeile, Hilfsrechen- bzw. Textzeile (Kommentar) qualifizierbar. Die Anzeige der aktuellen Kalkulationsdaten einer LV-Position ist mit dem Aufruf des Kalkulationsdialogs aktiv. Pro LV-Position werden somit kalkulationstypische Informationen - wie EKT, Endzuschlag, BKG-Zuschlag usw. - als Einzel- und Gesamtbeträge sowie KOA-bezogene Summen der EKT im diesbezüglichen Splittfenster angezeigt.

**Funktionen:** Die im Modul *Kalkulation* zur Verfügung stehenden Funktionen wirken objektorientiert, d.h. eine LV-Position (Objekt) wird ausgewählt und mit der zugehörigen Funktion in einer Kalkulationstabelle bearbeitet. Die Bearbeitung von Kalkulationszeilen erfolgt kontextabhängig, d.h. im Kontext der jeweiligen Auswahl einer Kalkulationszeile ergeben sich Funktionen zum *Einfügen*, *Anfügen*, *Löschen*, *Kopieren* und *Verschieben* von Kalkulationszeilen.

Tabellenspalte	Spaltenbeschreibung
UPos-ID	Die Spalte enthält den alphanumerischen Schlüssel einer Unterposition. Keine Vergabe des Upos-ID qualifiziert eine Ansatzzeile.
Zeilentyp	Der Zeilentyp einer Ansatzzeile bestimmt die Art der Ansatzzeile – wie KOA-Ansatz, Geräte-Ansatz, Textzeile oder Hilfsrechenzeile
SL	Die Spalte enthält je nach Zeilentyp den Schlüssel einer KOA oder eines Gerätebausteins. Über Suchfunktionen sind Suche und Auswahl der Schlüssel aus dem Stamm- oder Projektkatalog möglich. Die Vergabe eines neuen Schlüssel kann zum Anlegen einer KOA bzw. eines Gerätebausteins im Projektkatalog führen.
Kurztext	Bezeichnung der KOA bzw. des Gerätebausteins gemäß Projektkatalog. Über Suchfunktionen sind Suche und Auswahl nach dem Text aus dem Stamm- oder Projektkatalog möglich. Eine Eingabe einer neuen Bezeichnung kann zum Anlegen einer KOA bzw. eines Gerätebausteins im Projektkatalog führen. Dazu erfolgt das Öffnen des jeweiligen Katalogdialogs.
Menge	Eine (relative) Menge der Unterposition oder Ansatzzeile entspricht dem Faktor zur Umrechnung zwischen den jeweiligen Mengeneinheiten. (ME)
ME	Mengeneinheit der Unterposition oder Ansatzzeile gemäß Katalog
F/L	Kennzeichen zur Multiplikation oder Division in der Spalte Faktor/Leistung
Faktor/Leistung	Multiplikator oder Leistungsdivisor gemäß o.g. Kennzeichen
Kosten/ME	Fester oder freier Verrechnungssatz der KOA bzw. fester Verrechnungssatz des Gerätebausteins gemäß Gerätekatalog
EKT/ME	Einzelkosten je ME der Unterposition oder Ansatzzeile
EKT/ME Pos	Anteil der Einzelkosten der Unterposition oder Ansatzzeile je ME der LV-Position

Tabelle 4.2: Spaltenaufbau einer Kalkulationstabelle

Eine Kalkulationstabelle kann konfigurierbare Tabellenspalten gemäß der dargestellten Tabelle 4.2 enthalten. Der Spaltenaufbau einer Tabellenzeile in der Kalkulationstabelle entspricht dem Kalkulationsverfahren zur Ermittlung der EKT einer LV-Position (s. Abschnitt 2.4.4, „Ermittlung der Herstellkosten“).

### 4.3.8 Weitere Module

Die betrachteten Module sind funktionaler Schwerpunkt in einer Fachapplikation zur Bauauftragsrechnung. Zur Bearbeitung der Projektdokumente und Unterdokumente in der Projektstruktur sind für eine formale Aufbereitung weitere Module zu benennen, die entsprechende Bearbeitungsdialoge zur Verfügung stellen.

**Modul Umlage:** Das Modul *Umlage* beinhaltet den Dialog zur Bearbeitung ggf. mehrerer Umlagevarianten, in denen KOA-bezogene Zuschlägssätze erfaßt oder berechnet werden. Die Bezuschlagung erfolgt entsprechend dem gewählten Kalkulationsverfahren und führt zur Berechnung der Einheitspreise (s. Abschnitt 2.4.6, „Bildung der Einheitspreise“) bzw. einer Angebotssumme (s. Abschnitt 2.4.5, „Berechnung einer Angebotssumme“). Der Aufruf des Moduls erfolgt nach dem Anlegen bzw. Auswählen einer Umlage zu einer Projektvariante. Der Dialog besteht zumeist aus einer Umlagetabelle sowie einer Summendarstellung. Die jeweiligen Zeilen einer Umlagetabelle bilden die HKOA-Summen kalkulierter Kosten entsprechend der KOA-Struktur ab. In den weiteren Spalten einer Tabellenzeile sind die Zuschlagssätze für den EZ und ggf. für die BGK entsprechend zu erfassen oder umzuverteilen. Eine Differenzierung der Bezuschlagung für bestimmte Kostenarten wird durch Such- und Auswahlfunktionen im KOA-Katalog unterstützt. Zur automatischen Berechnung der Einheitspreise sowie der Angebotssumme kann eine ausgewählte Umlagevariante aktiviert bzw. deaktiviert werden.

**Modul Vergabeeinheiten:** Das Modul *Vergabeeinheiten* enthält einen Dialog zur Bearbeitung von Zuordnungen zwischen dem Projekt-LV und den NU-LV's, der sich mit dem Öffnen des Dokumenttyps *Vergabeeinheiten* darstellt. In Form zweier Strukturbäume bildet der Dialog das Projekt-LV sowie alle NU-LV's ab. Nicht vorhandene NU-LV's bzw. NU-LV-Elemente lassen sich neu anlegen oder vorhandene NU-LV's bzw. NU-LV-Elemente ggf. löschen. Für die interaktive Zuordnung gelten die im Abschnitt 2.6.3, „Projekt-LV und NU-LV“ beschriebenen Regeln. Zusätzlich legen Zuordnungsoptionen fest, welche Attribute von der jeweiligen LV-Seite kopiert werden bzw. nach welcher Verfahrensweise Mehrfachzuordnungen geregelt sind.

**Modul Preisspiegel:** Das Modul *Preisspiegel* enthält einen Dialog zur Erfassung und Auswertung von Angebotensinformationen, die infolge von Preisanfragen oder Ausschreibungen vorliegen. Der Dialog besteht aus den Teilbereichen Bieterauswahl, Angebotserfassung und Preisspiegeltabelle. Eine Bieterauswahl erfolgt auf Basis der Bietererfassung zum NU-LV-Dokument in der Projektstruktur. In der Angebotstabelle werden pro NU-LV-Postion die Angebotspreise und Nachlässe der Bieter erfaßt, geprüft und ggf. kommentiert. Während der interaktiven Bearbeitung der Angebotstabelle kann eine Darstellung der aktuellen Auswertung in der Preisspiegeltabelle erfolgen. Die Auswertung basiert auf optionalen Einstellungen zur Darstellung - wie z.B. Rangfolge, Bezugsbieter, Schwerpunktauswahl, Ausreißer, Mittelwerte, Idealwert usw. Die Übergabe der Bieterpreise eines

ausgewählten Bieters an die Kalkulation kann nach vorheriger Festlegung einer Kostenart durchgeführt werden.

**Modul RE/LE-Mengenerfassung:** Dieses Modul enthält einen Dialog zur Verwaltung von RE- bzw. LE-Mengen. Der Dialog besteht aus den Bereichen Strukturbaum, Positionsdaten sowie einer Tabelle zur positionsweisen oder unterpositionsweisen Erfassung oder Darstellung der Mengenwerte. Die Bearbeitung eines Mengenwerts erfolgt nach Voreinstellung zum Abrechnungs- bzw. Berichtszeitraum in der jeweiligen Tabellenzeile. Die Möglichkeit zur unterpositionsweisen Erfassung besteht nur bei LE-Mengen mit einer entsprechenden Erfassungskennung.

**Modul Mengenermittlung:** Das Modul *Mengenermittlung* enthält einen Dialog zur zeilenweisen Erfassung von Aufmaßzeilen für einen vorgegebenen Mengentyp bei gleichzeitiger Attributierung nach Kriterien. Das Modul basiert auf dem Dokument *Mengenermittlung*, das sich als Unterstrukturelement zum jeweiligen LV - Projekt-LV oder NU-LV - in der Projektstruktur abbildet. Der Dialog basiert auf einer Voreinstellung zum Mengentyp - wie LV-Menge, VA-Menge, RE-Menge und Abrechnungszeitraum, LE-Menge und Berichtszeitraum. Zur eindeutigen Identifizierung und Sortierung hat jede Aufmaßzeile - neben der Zuordnung zur Position - eine Blatt- und Zeilenadresse. Der Dialog enthält die Bereiche Strukturbaum, Positionsdaten sowie eine Tabelle der Mengenansätze. Der Strukturbaum kann Sortierungen nach Ordnungszahl, Blatt- und Zeilenadresse und weiterer Auswertungskriterien - wie Orte, Kostenträger, Kostengruppen usw. darstellen. Die Aufmaßzeilen zum ausgewählten Strukturelement werden in der Tabelle der Mengenansätze bearbeitet. Es existieren Funktionen zum zeilenweisen Einfügen, Anfügen sowie zum Löschen, Kopieren bzw. Verschieben markierter Zeilen. Der Zeilenaufbau orientiert sich an der Kennzeichnung der Zeilenart - wie Wertezeile, Hilfswertzeile, Zwischensumme, Positionssumme, Kommentarzeile. Die Auswahl einer Berechnungsformel entscheidet über die Eingabespalten der Werteeingabe.

**Modul Abrechnung:** Das Modul *Abrechnung* beinhaltet einen Dialog zur Bearbeitung von Abschlags-, Teilschluß-, Schluß-, bzw. Pauschalrechnungen und wird an dieser Stelle nicht weiter spezifiziert.

**Modul Kataloge:** Das Modul Kataloge enthält den jeweiligen Bearbeitungsdialog zur Erstellung der Katalogdaten und ist funktional von der Art des jeweiligen Katalogs geprägt. Hierarchisch strukturierte Kataloge - wie der KOA-Katalog - sind wahlweise als Einzel- oder Tabellenansichten einstellbar. In der Regel lassen sich Kataloginformationen durch standardisierte Funktionen - wie Katalogelement einfügen,- anfügen,- löschen bzw. Unterelement anfügen bearbeiten.

## 4.4 Konfiguration

### 4.4.1 Allgemeines

Zielstellung einer Konfiguration eines Informationssystems ist eine Anpassung der Strukturen und Funktionalitäten aufgrund organisatorischer und fachlicher Anforderungen im Unternehmen. Die Möglichkeiten zur Konfiguration eines Systems sind für die integrierte Anwendung einer Fachapplikation von wesentlicher Bedeutung. Da eine Aufgabenverteilung ein Zusammenwirken von Mitarbeitern bedingt, sind Einstellungen im System erforderlich, welche die Bereitstellung der notwendigen Daten und Funktionen für die ablaufbezogenen Tätigkeiten innerhalb einer Firmenstruktur vorgeben. Der Abschnitt 4.4, „Konfiguration“ hat zum Ziel, Möglichkeiten zur Konfiguration im Stand der Technik festzustellen und zu erörtern.

### 4.4.2 Konfigurationsstruktur

Die Abbildung 4.6 zeigt eine Konfigurationsstruktur in einer Fachapplikation, welche nach dem heutigen Stand der Technik die Anpassung einer Arbeitsumgebung mit Einstellungen, Anzeigeeigenschaften und Optionen ermöglicht.

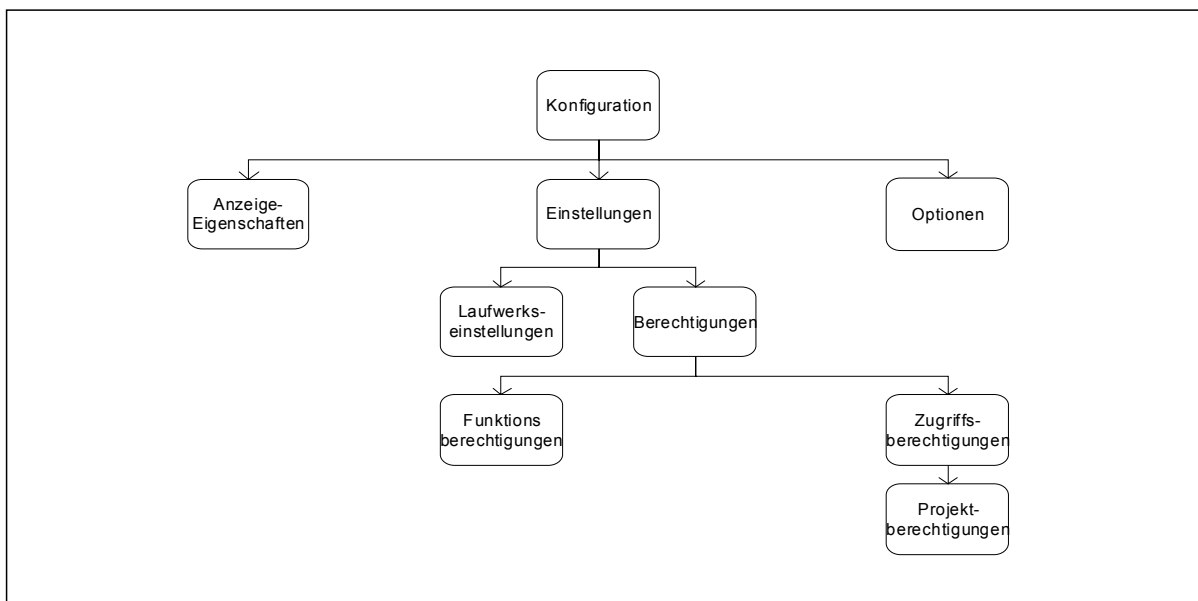


Abbildung 4.6: Konfigurationsstruktur

**Anzeigeeigenschaften:** Unter Anzeigeeigenschaften sind Funktionalitäten zur Einstellung der Tabellenansichten in den Bearbeitungsdialogen der Module zu verstehen. Für die Spalten einer Bearbeitungstabelle sind Überschriften, Spaltenbreiten, Sichtbarkeit und ggf. Einsprungstellen definierbar. Die spezifische Visualisierung der jeweiligen Tabellenspalte trägt zu einer Optimierung der Handhabung bei, ist aber nicht als Konfiguration

der Informationsdefinition zu betrachten. Vorgenommene Einstellungsvarianten der Anzeigeeigenschaften sind benutzerbezogen zu speichern und bei Bedarf zu aktivieren. Da diese Form der Einstellungen einer Tabellenansicht einen statischen Zustand der Spalten definiert, erfolgt während der fachspezifischen Vorgänge durch das System keine ablaufbezogenen Anpassungen dieser Arbeitsumgebung. Insofern sind durch eingestellte Anzeigeeigenschaften auch keine Funktionen und Algorithmen der Bearbeitung zu steuern.

**Optionen:** Mit Optionen sind spezifische Parameter und Verfahrensregeln zu definieren, die innerhalb der Module wirken. In einem System stehen zumeist umfangreiche Optionen mit sowohl systemweiter als auch benutzerbezogener Wirksamkeit zur Verfügung. Die Systemoptionen definieren eine Basiseinstellung im Anwendersystem (Arbeitsplatz oder Serverumgebung), für die je nach Art der Option benutzerspezifische Anpassungen während der Bearbeitung möglich sind. Typische Benutzeroptionen sind z.B. Kopieroptionen für LV-Elemente und Kalkulationsansätze, die ein Benutzer in Abhängigkeit von der Bearbeitungssituation einstellen kann. Durch die Festlegung von Optionen sind Vorgaben für die Wirksamkeit und Algorithmen von Funktionen möglich, womit Arbeitsumgebungen funktional im System zu gestalten sind. Diese Vorgaben wirken für eine Arbeitsumgebung in der Regel statisch über den Ablauf einer Bearbeitung, wie z.B. im Vorgang einer LV-Bearbeitung. Da die Wirksamkeit von Optionen nicht prozeßdynamisch, d.h. nicht auf die Folge von Tätigkeiten im Ablauf ausgerichtet ist, besteht keine Möglichkeit zur ablaufbezogenen Steuerung von Funktionen. Demzufolge wird durch Optionen keine Koordination und Abstimmung der Tätigkeiten unterstützt, so daß gegenseitige Beeinflussungen und Abhängigkeiten beim Zusammenspiel der Benutzer nicht berücksichtigt werden.

### 4.4.3 Einstellungen

Durch globale- und benutzerbezogene Einstellungen ist eine Systemumgebung vorzugeben. Globale Einstellungen bieten Justagemöglichkeiten zur Vorgabe von Grundeinstellungen, die in der gesamten Systemumgebung gelten. Benutzerbezogene Einstellungen verwalten individuelle Vorgaben in der Systemumgebung für einzelne Benutzer, die aus den globalen Einstellungen angepaßt wurden. Bei der Konfiguration von Einstellungen sind im wesentlichen Laufwerkseinstellungen und Berechtigungen zu unterscheiden.

**Laufwerkseinstellungen:** Neben einer Definition fester Datenverzeichnisse, die während der Installation der Systeme einmalig vorgegeben werden, bestehen Möglichkeiten, Verzeichnisstrukturen zur verteilten Datenhaltung von Stamm- und Projektdaten zu konfigurieren. Dabei sind Verzeichnisstrukturen für Datenbereiche - z.B. durch logische Laufwerke - in vernetzten Systemen einzustellen. Im System kommen diese Datenbereiche z.B. als Projektordner in einer hierarchischen Projektverwaltung zur Anwendung.

Globale Laufwerkseinstellungen gelten als Basis für alle Anwender in der Systemumgebung. Werden sie benutzerbezogen spezifiziert, entstehen Laufwerkseinstellungen für Stamm- und Projektdaten gemäß dem Aufbau der Unternehmensstruktur (s. Abschnitt 4.3.2, „Stamm- und Projektdaten“). Neben dem Zugriff auf Stamm- und Projektdaten



kann eine Definition von Laufwerkseinstellungen weitere Datenverzeichnisse vorgeben, die für das Betreiben einer Applikation zusätzlich erforderlich sind, wie z.B. für Druckvorlagendateien, Listenlayouts usw.

Da Laufwerkseinstellungen lediglich Vorgaben für Datenbereiche der Stamm- bzw. Projektdaten ermöglichen, kann ein Zusammenspiel bei verteilten Aufgaben nur im Hinblick auf den gemeinsamen Datenzugriff auf dieser Ebene gesteuert werden. Durch die Festlegung von Berechtigungen innerhalb einer Applikation oder ggf. im Betriebssystem sind Zugriffe auf Datenbankbereiche für Mitarbeiter zu konfigurieren, wodurch z.B. ein Fachbereich „Kalkulation“ einen eigenen Datenbankbereich zugeordnet bekommt. Alle Laufwerkseinstellungen sind statische Einstellungen. Eine Anpassung bzw. Änderung dieser Definitionen im System ist in Abhängig vom Ablauf einer Bearbeitung nicht sinnvoll. Bei verteilten Aufgaben ist ein Zusammenspiel der beteiligten Mitarbeiter durch die Definition von Laufwerkseinstellungen im System nicht zu koordinieren.

#### 4.4.4 Berechtigungen

Eine Einstellung von Berechtigungen umfaßt die gezielte Vorgabe von Zugriffs- und Funktionsberechtigungen für Mitarbeiter einer Organisationsstruktur, die in einer Benutzerverwaltung im System als Benutzer eine Zuordnung zu Benutzergruppen haben. Als Mitglied einer Benutzergruppe erhält ein Benutzer die vollständigen Berechtigungen der jeweiligen Gruppe. Dem einzelnen Benutzer können darüber hinaus weiter Berechtigungen erteilt oder entzogen werden. Während Zugriffsrechte bestimmte Informationsklassen und Informationsobjekte betreffen, beziehen sich die Funktionsrechte auf die jeweilige Funktion zu deren Bearbeitung.

**Zugriffsberechtigungen:** Im objektorientierten Sinn sind Zugriffsberechtigungen auf die Klasse und das Objekt zu unterscheiden. Klassenbezogene Berechtigungen gelten als globale Berechtigungen, die an die Objekte zunächst vererbt werden. Objektbezogene Berechtigungen definieren die konkreten im Umfeld des jeweiligen Objekts angepaßten Zugriffsrechte. Im System können Zugriffsrechte z.B. auf einem konkreten Projekt oder Strukturelemente in einer Projektstruktur - wie Projektvarianten, Projekt-LV's oder NULV's - wirksam sein, die aus globalen Berechtigungen der diesbezüglichen Informationsklassen vererbt wurden.

**Funktionsberechtigungen:** Bei der Klassendefinition wurden entsprechende Methoden festgelegt, welche auf die Informationsobjekte der jeweiligen Klasse zur Anwendung kommen. Für eine Bearbeitung der Informationsobjekte wurden im System Funktionen implementiert, für die ebenfalls Berechtigungen zu vergeben sind. Einer Informationsklasse zugewiesene Funktionsberechtigungen werden an die Objekte vererbt und sind ggf. objektspezifisch zu bearbeiten. Insofern sind Objektberechtigungen als Zugriffsrechte und Funktionsrechte kombinierbar.

Die Tabelle 4.3 gibt eine Übersicht über Zugriffsrechte und Funktionen, ohne dabei Funktionsberechtigungen näher zu spezifizieren. Diese Zugriffsberechtigungen entsprechen

im aktuellen Stand der Systeme den technischen Möglichkeiten, welche sich durch objektorientierte Informationsstrukturen und Funktionalitäten anbieten.

Zugriffsrecht	Beschreibung Zugriffsrecht	Funktionen
Vollzugriff	Benutzergruppe bzw. Benutzer haben uneingeschränkten Zugriff auf alle Strukturelemente der Projektverwaltung oder der Projektstruktur.	Alle Funktionen stehen zur Verfügung.
Anzeigen	Das Strukturelement wird in der Projektverwaltung oder in der Projektstruktur angezeigt. Ohne diese Berechtigung ist das Strukturelement nicht sichtbar und kann somit <b>nicht</b> bearbeitet werden („kein Zugriff“).	Alle Funktionen entsprechend festgelegter Funktionsrechte stehen zur Verfügung.
Lesen	Das Strukturelement kann nicht geändert werden. Grunddaten werden angezeigt. In Verbindung mit dem Zugriffsrecht <i>Öffnen</i> kann das Strukturelement geöffnet und gelesen werden.	Funktionen <i>Auswählen</i> , <i>Öffnen</i> , <i>Kopieren</i> , <i>Exportieren</i> und <i>Drucken</i> sind möglich.
Hinzufügen	Benutzergruppe bzw. Benutzer haben die Berechtigung ein bestimmtes Strukturelement hinzuzufügen.	Funktionen <i>Neu anlegen</i> , <i>Einfügen</i> , <i>Importieren</i> sind ausführbar.
Löschen	Benutzergruppe bzw. Benutzer haben die Berechtigung ein ausgewähltes Strukturelement zu löschen.	Funktion <i>Löschen</i> ist möglich.
Öffnen	Benutzergruppe bzw. Benutzer haben die Berechtigung ein ausgewähltes Strukturelement zum Zweck der Weiterbearbeitung zu öffnen.	Funktionen <i>Auswählen</i> , <i>Öffnen</i> und <i>Schließen</i> sind ausführbar.
Ändern	Benutzergruppe bzw. Benutzer haben die Berechtigung Grunddaten zu einem Strukturelement zu ändern. Es sind keine Änderungen untergeordneter Strukturelemente möglich.	Funktionen <i>Auswählen</i> und <i>Schließen</i> sind ausführbar.

Tabelle 4.3: Zugriffsberechtigungen

Sowohl eine Festlegung von Zugriffsberechtigungen auf Informationsklassen und Informationsobjekte als auch Funktionsberechtigungen wirken im System über der Ablauf einer Bearbeitung als feste Einstellungen, wodurch spezifische Arbeitsumgebungen für Mitarbeiter einzustellen sind. In diesen Arbeitsumgebungen ein Zusammenspiel beteiligter Mitarbeiter zu koordinieren, erfordert eine Konfiguration der Zugriffs- und Funktionsberechtigungen auf die Vorgänge und Tätigkeiten im Ablauf abzustimmen. Die Konfiguration von Berechtigungen läßt keine ablaufbezogene Anpassung zu. Somit ist der erforderliche dynamische Charakter einer Arbeitsumgebung durch Berechtigungen nicht umzusetzen.

In der Praxis kommen in der Regel vereinfachte Varianten dieser Berechtigungen zum Einsatz. Insofern reduzieren sich diese Möglichkeiten auf die Zugriffsstufen „Vollzugriff“, „Lesen“ und „Kein Zugriff“. Die Zugriffsstufe „Kein Zugriff“ entspricht dem nicht erteilten Zugriffsrecht „Anzeigen“.

**Projektberechtigungen:** Das Konzept der in Tabelle 4.3 betrachteten Zugriffsberechtigungen bezieht sich auf alle Ebenen der Projektverwaltung und Projektstruktur, schließt also auch die Zugriffsberechtigungen eines Benutzers auf Projekte mit ein. Eine Konfiguration von Berechtigungen auf konkrete Projekte ist in der Regel nur für die Dauer einer Projektbearbeitung sinnvoll. Deshalb besteht in der baubetrieblichen Praxis die Anforderung, Zugriffsberechtigungen auf einzelne Projekte durch Projektverantwortliche unabhängig von der o.g. Konfiguration benutzerbezogen definieren zu können. Aus diesem Grund bestehen in der Regel Möglichkeiten zur Vergabe von vereinfachten Projektberechtigungen durch die Anwender, wobei ein anwenderseitig festgelegter „Objektadministrator“ die Berechtigungen für weitere Mitarbeiter vergibt.

## 4.5 Beurteilung und Schlußfolgerungen

### 4.5.1 Beurteilung

In den bisherigen Ausführungen dieser Arbeit wurde der fachliche Gegenstand der Bauauftragsrechnung betrachtet, der in Bauunternehmen derzeit praktiziert wird. Die im heutigen Stand der Technik zur Verfügung stehenden Informationssysteme, deren Strukturen, Funktionen und Konfigurationsmöglichkeiten vorgestellt wurden, sind im Hinblick auf ihre durchgängige Anwendbarkeit - insbesondere im Zusammenwirken der Mitarbeiter mit verteilten Aufgaben im Ablauf der Bauauftragsrechnung - zu beurteilen sowie entsprechende Schlußfolgerungen abzuleiten. Die nachfolgenden Kriterien für eine Beurteilung der Informationssysteme zur Bauauftragsrechnung leiten sich aus den in diesem Kapitel eingangs formulierten Anforderungen ab.

**Integration aller Informationen:** Es besteht die Anforderung, daß die im System implementierten Funktionalitäten zur Bearbeitung eines Bauauftrags dezentral anwendbar sind. Der heutige technische Stand ermöglicht, daß die benötigten Informationen an zentraler Stelle widerspruchsfrei zusammengeführt und verwaltet werden, wodurch nur jeweils **ein** aktueller Stand der Informationen existiert und ein Abgleich dezentral verwalteter Informationen sich erübrigt.

Das an dieser Stelle zu beurteilende Kriterium *Integration aller Informationen* bezieht sich auf eine gemeinsame, standardisierte Datenbasis zur integrierten Verwaltung aller benötigten Informationen für einen Bauauftrag. Dieses Kriterium ist sowohl für die Datenstrukturen als auch für die Formen der Datenverwaltung in derzeitigen Systemen erfüllt. Ein im System verwaltetes Projekt für einen Bauauftrag wird in der Regel in einer standardisierten Datenbank auf einem Server verwaltet und kann im Multiuserbetrieb

über unterschiedliche Formen der Vernetzung, wie z.B. in Client-Server-Umgebungen oder über Terminal-Server-Zugriffe bearbeitet werden.

**Funktionale Durchgängigkeit:** Für dieses Kriterium soll die sachbezogene Anwendungsbreite über das jeweilige Fachgebiet und die darin notwendige Anwendungstiefe betrachtet werden. Zur Beurteilung der Anwendungsbreite wird eingeschätzt, daß der derzeitige Stand der Systeme die unter dem Abschnitt 3.2.3 genannten „Fachgebiete“ durch Module und Funktionen unterstützt, ohne ein Zusammenwirken der Mitarbeiter im Ablauf der Bauauftragsrechnung zu berücksichtigen.

In den Modulen sind entsprechende Funktionen zur Bearbeitung der fachspezifischen Tätigkeiten vorhanden, welche die erforderliche Anwendungstiefe innerhalb eines Fachgebiets abdecken. Da die Anwendungstiefe einen dementsprechend funktionalen Detaillierungsgrad erfordert, sind komplexe Funktionsumfänge im jeweiligen Modul entstanden. Die Ursachen komplexer Funktionsumfänge liegen einerseits in der objektiven - d.h. sachbezogenen - Notwendigkeit zur Unterstützung von Tätigkeiten, andererseits in den Wünschen der Anwenderseite, die sich aus subjektiven - d.h. individuellen - Arbeitsweisen ergeben.

Im Ergebnis der Entwicklung der Systeme stellt die funktionale Durchgängigkeit somit auch einen Kompromiß dar, dessen eigentliches Problem in der Anwendbarkeit liegt. Der Anwendbarkeit sind durch die funktionale Vielfalt - und somit dem durchgängigen Einsatz im Unternehmen - Grenzen gesetzt. Diese Grenzen liegen in der Beherrschung der Funktionen durch den Anwender und in der organisierten Zusammenarbeit zwischen den Anwendern.

**Organisierte Zusammenarbeit:** Dieses Kriterium umfaßt die Möglichkeiten eines Systems, durch strukturellen Aufbau und Konfiguration ein Zusammenspiel beteiligter Mitarbeiter mit verteilten Aufgaben zu unterstützen. Diese Möglichkeiten zur organisierten Zusammenarbeit sind in derzeitigen Fachapplikationen von den technischen Voraussetzungen - wie Netzwerk- und Multiuserfähigkeit - vorhanden, sind jedoch mit den herkömmlichen Funktionalitäten und den strukturbedingten Möglichkeiten zur Konfiguration nicht praxisgerecht umsetzbar. Wie im Abschnitt 4.2, „Stand der Technik“ bereits gezeigt wurde, trägt die funktionale Unterstützung entwicklungsbedingte Züge. Die Vorgehensweise während der Entwicklung setzt im objektorientierten Sinn vordergründig auf das Zusammenwirken von Information und Funktion auf. Bei der Problemanalyse fanden der Ablauf zur Auftragsabwicklung und das damit erkennbare Zusammenspiel für die Gestaltung von Funktionalitäten, die eine organisierte Zusammenarbeit unterstützen, zu wenig Beachtung. Diese Aspekte waren zu Gunsten funktionaler Anforderungen und Algorithmen nur als Randthemen einbezogen, was die vorgestellten Eigenschaften der Systeme bestätigen. Da ein organisiertes Zusammenwirken nicht losgelöst vom Ablauf der Bauauftragsrechnung zu betrachten ist, werden nachfolgend die Möglichkeiten zur Ablaufunterstützung im derzeitigen Stand der Technik beurteilt.

**Ablaufunterstützung:** Im Hinblick auf die funktionale Unterstützung des Ablaufs der Bauauftragsrechnung bestehen im Stand der Technik nur begrenzte Möglichkeiten. Als Maßgabe für eine Beurteilung soll der phasenbezogene Gesamtablauf mit seiner Untergliederung in fachspezifische Vorgänge - entsprechend dem Kapitel 3, „Strukturen und Ablauf“ - dienen.

Die Projektverwaltung unterstützt den Ablauf mit den Projektphasen Angebot, Auftrag und Ausführung. Wie im Abschnitt 4.3.4, „Modul Projektverwaltung“, bereits dargestellt wurde, existiert z.B. für jede Projektphase eine eigenständige Projektversion, einschließlich Projektstruktur. Der Anwender des Systems muß den Phasenwechsel im Ablauf der Projektbearbeitung interaktiv herbeiführen. Die Projektphasen entsprechen einer groben Prozeßgliederung. Die Informationsdefinitionen und Funktionalitäten sind in den Projektphasen zwar sachbezogen unterschiedlich ausgeprägt, die Funktionsvorgaben im System aber nicht ablaufdynamisch konfigurierbar. Der gegenwärtige Stand der Systeme unterstützt keine Untergliederung der Projektphasen in fachspezifische Vorgänge und Tätigkeiten, die einen Teilprozeß bzw. die Schritte in einem Teilprozeß abgrenzen und ablaufbezogene Zuordnungen von Mitarbeitern verschiedener Fachgebiete oder Fachbereiche ermöglichen. Insofern ist eine benutzerspezifische Konfiguration der Vorgänge und Tätigkeiten ausgeschlossen.

**Konfiguration:** Die Funktionalität zur Konfiguration trägt zur organisatorischen Unterstützung lediglich mit Einstellungen und Zugriffsberechtigungen auf bestimmte Strukturelemente des Projekts bei. Eine benutzerspezifische Konfiguration endet z.B. für einen Fachbereich auf der Ebene der Objektzugriffe. Eine Zuordnung ablaufbezogener Vorgänge und Tätigkeiten kann im gegenwärtigen Stand der Technik nicht differenziert mit Berechtigungen belegt werden. Damit fehlt in den Arbeitsumgebungen beteiligter Benutzer die Möglichkeit, Zugriffe auf Informationsobjekte und Funktionalitäten bezogen auf Vorgänge und Tätigkeiten differenziert zu steuern, was eine Voraussetzung für eine organisiertes Zusammenwirken im System darstellt (s. Abschnitt 4.4, „Konfiguration“).

## 4.5.2 Schlußfolgerungen

Eine detaillierte, eindeutige Beschreibung der Vorgänge und Tätigkeiten des Ablaufs der Bauauftragsrechnung wird gegenwärtig nicht behandelt. Die dem derzeitigen Stand der Technik entsprechenden Informationssysteme zur Bauauftragsrechnung sind „evolutionär“ entstanden aus der Empirie. Grundlagen dieser Informationssysteme sind Beschreibungen der Funktionalitäten sowie deren Algorithmen und Informationsdefinitionen. Aufgrund hoher Komplexität im Prozeß der Bauauftragsrechnung sind diese konventionellen Beschreibungen als Basis nicht hinreichend.

Es besteht die Notwendigkeit, den ganzheitlichen Zusammenhang aller Sachverhalte im Ablauf zur Bauauftragsrechnung als Grundlage für ein Informationssystem zu beschreiben. Da die Möglichkeiten einer rein verbalen Beschreibung begrenzt sind, erfordert der komplexe Charakter des zu beschreibenden Gegenstands geeignete Bescheidungsformen, die Nachvollziehbarkeit und Prüffähigkeit gewährleisten.



# Teil II

## Formale Beschreibung





# Kapitel 5

## Methodik

### 5.1 Allgemeines

Im **Teil II** dieser Arbeit besteht die Zielstellung, den bisher betrachteten fachlichen Gegenstand der Bauauftragsrechnung im komplexen Zusammenhang mit dessen Ablauf zu beschreiben. Da diese Beschreibung auf einer methodischen Grundlage basiert, welche entsprechende Regeln zur Formalisierung vorgibt, soll hierfür der Begriff „Formale Beschreibung“ verwendet werden.

Die Aufgabe im vorliegenden Kapitel „Methodik“ ist die Festlegung eines methodischen Instrumentariums für eine Modellaufbereitung, das den Gegenstand der Bauauftragsrechnung in seiner Komplexität über alle Phasen einer Projektbearbeitung nachvollziehbar und prüffähig darzustellen ermöglicht. Für eine Modellierungsmethode steht die Anforderung, daß der Zusammenhang zwischen fachspezifischen Tätigkeiten, ausführenden Mitarbeitern, bearbeiteten Informationen und verwendeten Funktionen im Ablauf der Bauauftragsrechnung in den Modellen erkennbar wird, um durch eine Modellierung dieses Zusammenhangs konkrete Aussagen über das Zusammenspiel von Mitarbeitern mit verteilten Aufgaben zu gewinnen.

Möglichkeiten zur Modellierung sind u.a. durch Anwendung mathematischer Methoden, z.B. in der Graphentheorie, Mengen- und Relationenalgebra, vorhanden. Auf den Regeln der Mathematik basieren auch abgeleitete Modellierungsmethoden, welche überwiegend mit grafischen Elementen eine rein fachspezifische Sichtweise der Abläufe und Zusammenhänge veranschaulichen. Ein wesentlicher Aspekt bei der Festlegung einer Modellierungsmethode ist die Implementierungsneutralität. Die formale Aufbereitung der Bauauftragsrechnung soll auf einer fachlichen Ebene erfolgen, ohne einen direkten Bezug auf eine bestimmte System- bzw. Softwareentwicklungsumgebung zu nehmen. Für diese fachliche Sichtweise sind auch objektorientierte Entwurfsmethoden und deren Darstellungsformen, wie z.B. nach der Unified Modeling Language (UML), die zumeist im Vorfeld einer Implementierung für eine Problemanalyse und den Designentwurf zum Einsatz kommen, nicht allgemein genug.

Grundlage einer Modellierungsmethode sind Abstraktionen der zu modellierenden Sachverhalte. Die folgenden Ausführungen betrachten Abstraktionen für eine Spezifizie-

rung von Modellarten und Modellelementen, die den Zusammenhang zwischen Prozeß, Information, Funktion und Organisation widerspiegeln. Die sich anschließende Definition der Modellarten begründet zugleich, warum die entsprechenden Modellelemente angewendet werden und welche Abstraktionsebene für eine formale Aufbereitung sinnvoll ist. Die gewählte Abstraktionsebene der Modellelemente ist entscheidend, um entsprechende Modellbeziehungen zwischen den Modellelementen aufzubereiten und auszuwerten. Insofern bestimmt der Detaillierungsgrad, der in der Modellierungsmethode festgelegt wurde, auch die Auswertungsmöglichkeiten auf der Grundlage der Modellierung.

Auf der Grundlage der Modellarten und Modellelemente folgt eine Spezifizierung von Relationen, welche die Art der Modellbeziehungen durch Kombinationen einzelner Modellsichten zueinander für eine formale Aufbereitung vorgeben. Der Vorgabe der Methodik folgen die Wahl eines unterstützenden Modellierungswerkzeugs sowie die Festlegung der weiteren Vorgehensweise zur Aufbereitung der formale Beschreibung der Bauauftragsrechnung.

## 5.2 Abstraktionen und Detaillierungen

### 5.2.1 Grundlagen der Abstraktionen

**Prozeß:** Der Begriff „Prozeß“ wird im Kontext verschiedener Fachdisziplinen definiert. Die Informatik konkretisiert einen Prozeß als „Vorgang einer algorithmisch ablaufenden Informationsverarbeitung“ [Duden Informatik 1993, S.559]. Eine formale Definition bezeichnet Prozesse als eine „Folge von Aktionen in einem Zustandsraum“ [Duden Informatik 1993, S.559]. Für diese Definition sind die Eigenschaften von Prozessen wesentlich. „Prozesse laufen in der Regel geordnet ab, d.h. sie werden überwacht gestartet, beendet und von anderen Prozessen beeinflusst“ [Duden Informatik 1993, S.559]. In der Wirtschaftsinformatik werden Prozesse „durch das Eintreten von einem oder mehrerer Ereignisse initiiert und enden mit dem Erreichen eines oder mehrerer Endzustände“ [Mertens 1997, S.334]. Dementsprechend sind Prozesse mit dem in der DIN 69900-1 definierten Vorgang vergleichbar, der ein Geschehen mit definiertem Anfang und Ende beschreibt.

Bezogen auf einen betriebswirtschaftlichen Hintergrund läßt sich der Begriff „Geschäftsprozeß“ spezifizieren. „Allgemein ist ein Geschäftsprozeß eine zusammengehörige Abfolge von Unternehmungsverrichtungen zum Zweck einer Leistungserstellung. Ausgang und Ergebnis des Geschäftsprozesses ist eine Leistung, die von einem internen oder externen „Kunden“ angefordert und abgenommen wird“ [Scheer 1998, S.3]. Diese Sichtweise beschränkt einen Geschäftsprozeß nicht ausschließlich auf betriebswirtschaftliche Aspekte, sondern bezieht auch technische oder baubetriebliche Unternehmungsverrichtungen mit ein. In Geschäftsprozessen vereinigen sich sowohl die Aufbauorganisation als auch die Ablauforganisation eines Unternehmens. Die Organisationsform basierend auf zeitlich-unabhängigen (statischen) Regelungen - wie Hierarchien der Unternehmenstruktur - wird als Aufbauorganisation bezeichnet. Die Ablauforganisation behandelt das zeitlich-logische (dynamische) Verhalten von Vorgängen, die der Aufgabenerfüllung im Unternehmen dienen. Die zeitlich-logische Folge der Vorgänge im Ablauf der Bauauftragsrechnung ent-

spricht somit einem Prozeß. Für eine Beschreibung dieses Prozesses sind die entsprechenden Verrichtungen auf den notwendigen Detaillierungsebenen zu abstrahieren.

**Information:** Da während der Vorgänge im Prozeß Informationen bearbeitet werden, besteht die Notwendigkeit, für diese Informationen fachliche und inhaltliche Strukturen zu definieren. Die Abstraktion fachlicher Informationsdefinitionen ermöglicht eine Informationssicht abzubilden, die eine Beschreibung der Informationstypen beinhaltet, deren Informationsobjekte während der Tätigkeiten im Prozeß durch die Anwendung von Funktionen bearbeitet werden. Mit der Abbildung von Informationsdefinitionen in einem Modell besteht eine Möglichkeit, eine Zuordnung zu Prozeßschritten zu definieren. Aus dieser Zuordnung sind Aussagen zu gewinnen, bei welchen Tätigkeiten im Prozeß die Objekte welcher Informationstypen bearbeitet werden.

**Funktion:** Da eine Bearbeitung von Informationen während der Tätigkeiten im Prozeß mit der Unterstützung von Funktionen im Informationssystem erfolgt, sind Funktionen für eine Modellierung zu abstrahieren. Diese Abstraktion ermöglicht eine Funktionssicht abzubilden, welche die unterstützenden Werkzeuge zur Ausführung der Tätigkeiten im Prozeßablauf beschreibt. Eine Abstraktion von Funktionen kann auf mehreren hierarchischen Ebenen erfolgen, wobei für eine Modellierung Abstraktionsebenen wesentlich sind, die einen Bezug zum jeweiligen Prozeßschritt herstellen lassen. Durch eine Beziehung von Funktionen zu Prozeßschritten besteht zugleich auch ein Zusammenhang zu definierten Informationstypen.

**Organisation:** Da die Ausführung von Tätigkeiten im Prozeß der Bauauftragsrechnung durch Mitarbeiter erfolgt, sind Abstraktionen erforderlich, welche eine Abbildung der organisatorischen und fachlichen Zuordnung der Mitarbeiter innerhalb der Unternehmensstruktur ermöglichen. Organisationseinheiten sind Abstraktionen der Organisationsstruktur eines Unternehmens, die zur Spezifikation von Strukturelementen dienen. Eine Modellierung einer zumeist hierarchisch gegliederten Organisationsstruktur ermöglicht, die für Mitarbeiter existierenden Kommunikations- und Weisungsbeziehungen zu spezifizieren. Da mit der organisatorischen Einordnung von Mitarbeitern zugleich eine Zuweisung fachspezifischer Aufgaben verbunden ist, besteht eine direkte Beziehung zwischen Organisationseinheiten und entsprechenden Tätigkeiten im Prozeß.

### 5.2.2 Prozeßmodell

Die Modellierung des zeitlich-logischen Verhaltens der Vorgänge zur Bauauftragsrechnung kann in einem Prozeßmodell erfolgen. Für ein Prozeßmodell sind als Teil einer Modellierungsmethodik Abstraktionen zu präzisieren, welche eine Abbildung der Vorgänge des Ablaufs ermöglichen. Prozeßmodelle sind nach verschiedenartigen Methoden aufzubereiten. Da Vorgänge in einem Prozeß ein Geschehen mit definiertem Anfang und Ende beschreiben, sind z.B. Methoden der Netzplantechnik anwendbar, deren Grundlagen

auf der Graphentheorie [dtv-Atlas Mathematik/B2 1998, S.251ff], Mengen- und Relationenalgebra [dtv-Atlas Mathematik/B1 1998], S.31ff) beruhen. Methoden auf Basis der Netzplantechnik kommen im Bauunternehmen vorrangig bei der Bauablaufplanung zur Anwendung, in welcher nernetzte Vorgänge als zeitverbrauchende Geschehen durch Start- und Endtermine auf der Zeitachse dargestellt werden.

Da im Sinne eines Geschäftsprozesses ein Prozeßmodell eine Ablauffolge von Unternehmensverrichtungen beschreiben soll, kann diese Ablauffolge in Form von Prozeßketten zum Ausdruck kommen, die ebenfalls auf den o.g. mathematischen Methoden beruhen. In Modellen formalisierte fachliche Zusammenhänge entsprechend zu visualisieren, bringt u.a. Vorteile bei der Nachvollziehbarkeit und Auswertung der Modellaufbereitung. Eine Modellierungsmethode in der Wirtschaftsinformatik, die gleichermaßen eine Formalisierung und Visualisierung ermöglicht, ist die „Ereignisgesteuerte Prozeßkette“ (EPK) [Scheer/ARIS 1995, S.20, Scheer/ARIS 1998, S.125ff].

**Ereignisgesteuerte Prozeßkette:** Die EPK ist ein methodisches Instrument zur grafischen Aufbereitung eines Prozeßmodells, welches einen Prozeßablauf in der Folge seiner Prozeßschritte und dem Eintreten bestimmter Ereignisse abbildet. Zu diesem Zweck werden in einer EPK für jeden Prozeßschritt Start- und Ergebnisereignisse angegeben, die im Sinne der DIN 69900-1 Beginn und Ende des Geschehens für einen Prozeßschritt definieren. Somit sind für eine EPK die Grundelemente Prozeßschritt und Ereignis zu abstrahieren. Mit diesen Abstraktionen besteht die Möglichkeit, fachspezifische Tätigkeiten als Unternehmensverrichtungen zu modellieren.

**Prozeßschritt:** In einer EPK abstrahiert ein Prozeßschritt auf einer gewählten Abstraktionsebene ein bestimmtes Geschehen, das statischen oder dynamischen Charakter haben kann. In dynamischer Form ist das Geschehen einer Verrichtung gleichzusetzen, die durch eine Ausführung von Tätigkeiten bzw. durch eine Anwendung von Funktionen erfolgt. Die statische Form kann z.B. ein Wartezustand sein, dessen Beendigung durch das Eintreten bestimmter Ereignisse zur Fortsetzung im Ablauf und damit zum nächsten Prozeßschritt führt. Da die Ausführung eines Prozeßschrittes an die Anwendung von Funktionen gekoppelt ist, sind für Prozeßschritte zugehörige Funktionen zu definieren, die sich in weitere Unterfunktionen bis auf eine Ebene von Elementarfunktionen untergliedern lassen.

Für eine formale Beschreibung der Vorgänge zur Bauauftragsrechnung dient die Abstraktionsebene der Prozeßschritte zur Modellierung fachspezifischer Tätigkeiten der Mitarbeiter, wie z.B. das Bearbeiten von LV-Positionen oder Ansatzzeilen in der Kalkulation. Zur Aufbereitung einer EPK soll als Symbol für eine grafische Darstellung der Prozeßschritte ein Rechteck mit abgerundeten Ecken verwendet werden. In der Folge der Prozeßschritte einer EPK bestehen Übergänge von einem Prozeßschritt zum nächsten. Diese Übergänge sind in der Regel mit Zustandsänderungen der bearbeiteten Informationsobjekte verbunden, welche sich durch Ereignisse ausdrücken lassen.

**Ereignis:** In einer EPK repräsentiert ein Ereignis das Eintreten eines prozeßrelevanten Zustands eines Informationsobjekts, der den weiteren Ablauf des Prozesses steuert

oder beeinflusst. Ereignisse führen zur Auslösung bzw. zum Eintritt in einen Zustand oder sind das Ergebnis einer Zustandsänderung. Jeder Prozeßschritt kann somit als Ergebnis Ereignisse erzeugen, die wiederum als Startereignisse dienen können. Während ein Prozeßschritt ein zeitverbrauchendes Geschehen darstellt, ist ein Ereignis auf den Moment einer Zustandsänderung bezogen. Für eine grafische Darstellung von Ereignissen soll als Symbol ein Sechseck dienen, das eine deutliche Unterscheidung gegenüber einem Prozeßschritt ermöglicht. In der formalen Beschreibung der Vorgänge zur Bauauftragsrechnung soll die Abstraktion von Ereignissen der Abbildung des Wechsels bestimmter Tätigkeiten und damit auch des Wechsels der Funktionsanwendung auf Informationsobjekte zum Ausdruck bringen. Wenn z.B. bei der Bearbeitung von LV-Positionen eine neue LV-Position angelegt wurde, kommt dieser Zustand durch ein entsprechendes Ereignis zum Ausdruck und führt zum nächsten Prozeßschritt, in welchem z.B. das Informationsobjekt inhaltlich bearbeitet wird.

Als rein fachbezogene Modellsicht bildet eine EPK eine Folge von Prozeßschritten und Ereignissen ab, ohne für Ereignisse die technische Verwertbarkeit bzw. Umsetzung zu berücksichtigen. In einer EPK erfolgt keine explizite Unterscheidung nach „automatischen“ und „manuellen“ Ereignissen. Insofern sind nicht alle Ereignisse durch ein System direkt zu interpretieren. Der Begriff „automatisches“ Ereignis klassifiziert ein Ereignis, das aus einer Zustandsänderung der Attribute eines Informationsobjekts hervorgeht und ggf. durch das System erkannt bzw. verwertet werden kann. Dagegen beschreibt ein „manuelles“ Ereignis im Prozeßmodell eine Bearbeitungssituation, die sich nicht durch Attribute eines Informationsobjekts abbilden läßt und somit nicht technisch umsetzbar ist.

**Grad der Detaillierung:** Eine Prozeßmodellierung ist als EPK mit den o.g. Modellelementen auf mehreren hierarchischen Ebenen möglich. Da die o.g. Modellelemente lediglich Basiselemente einer EPK definieren, ist zur formalen Aufbereitung eines Prozeßmodells der Bauauftragsrechnung für diese Abstraktionen eine Präzisierung der Detaillierungsebene erforderlich. Dazu wird festgelegt, daß der Gesamtprozeß der Bauauftragsrechnung in der formalen Beschreibung mit allen notwendigen Prozeßschritten auf nur **einer** durchgängigen Ebene zu modellieren ist. Dieser methodische Ansatz ermöglicht eine **eindeutige** Zuordnung konkreter Informationstypen, Funktionen und Organisationseinheiten zu den Prozeßschritten auf dieser Ebene, was ein entscheidender Aspekt für eine formale Aufbereitung von Modellbeziehungen ist. Auch in einem Prozeßmodell mit mehreren Detaillierungsebenen würde eine Zuordnung konkreter Informationstypen immer nur auf einer der Ebenen sinnvoll sein, da ansonsten auch eine Untergliederung der Informationsdefinitionen in mehreren Ebenen notwendig wäre, was für eine Modellierung der Informationsdefinition keinen Sinn ergäbe. Es besteht somit kein Grund für weitere Untergliederungen bzw. Hinterlegungen unter einem Prozeßschritt.

Zur Verbesserung der Übersichtlichkeit ist eine Aufgliederung in Teilprozesse sinnvoll. Da derartige Teilprozesse nur Ausschnitte aus dem Prozeßmodell zusammenfassen, sind sie auch keiner eigenständigen Ebene in der EPK gleichzusetzen. Eine Aufgliederung in Teilprozesse zur Bauauftragsrechnung kann in der formalen Beschreibung nach den im Abschnitt 3.2, „Grobablauf“ betrachteten fachspezifischen Vorgängen erfolgen.

**Verknüpfungen der Modellelemente:** Da eine EPK aus einer Folge von Prozeßschritten und Ereignissen besteht, sind Verknüpfungen der Modellelemente zu betrachten, die zur Aufbereitung eines Prozeßmodells wesentlich sind. Diese Verknüpfungen spiegeln die möglichen Übergänge zwischen den Prozeßschritten wieder und definieren Zustände sowie Bedingungen im Zusammenwirken der Zustände, die den Prozeßablauf steuern. Die Verknüpfung zwischen Ereignissen und Prozeßschritten soll durch Richtungspfeile erfolgen, die zugleich die Richtung im Prozeßablauf visualisieren.

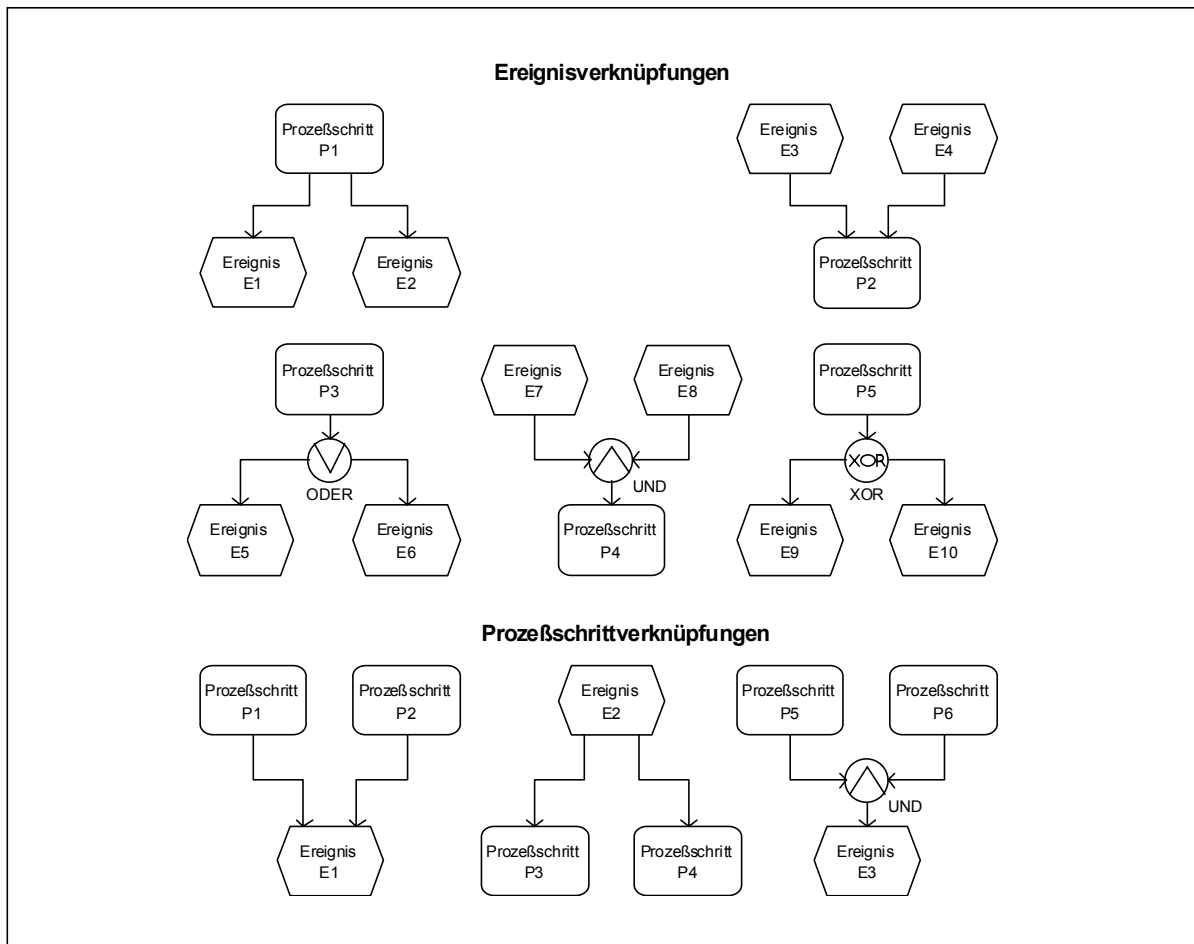


Abbildung 5.1: Ereignis- und Prozeßschrittverknüpfungen

Grundsätzlich sind zwei Arten von Verknüpfungen zu unterscheiden, die Ereignisverknüpfung und die Prozeßschrittverknüpfung. Die Abbildung 5.1 zeigt diese möglichen Verknüpfungsarten, die für die Aufbereitung einer EPK entsprechende Ereignis- und Prozeßschrittverknüpfungen sowohl ohne als auch mit logische Operatoren umfassen. Eine Erläuterung dieser Möglichkeiten folgt in der Tabelle 5.1. Eine beispielhafte Betrachtung der Verknüpfungen ist an den zu modellierenden Kontext gebunden und soll an dieser Stelle nicht erfolgen.

Verknüpfungsart	Beschreibung der Verknüpfungsart
Ereignisverknüpfung ohne logische Operatoren	Im Prozeßschritt P1 folgt (gleichermaßen) das Eintreten der Ereignisse E1 und E2.
	Der Prozeßschritt P2 folgt, wenn das Ereignis E3 oder das Ereignis E4 eintritt.
Ereignisverknüpfung mit logischen Operatoren	Im Prozeßschritt P3 kann das Eintreten der Ereignisse E5 oder E6 (oder beide) folgen.
	Der Prozeßschritt P4 folgt, wenn beide Ereignisse E7 und E8 eintreten.
	Im Prozeßschritt P5 kann nur eines der beiden Ereignisse E9 bzw. E10 eintreten.
Prozeßschrittverknüpfung ohne logische Operatoren	Den Prozeßschritten P1 und P2 folgt jeweils das Eintreten von Ereignis E1.
	Mit dem Eintreten von Ereignis E2 folgen (gleichermaßen) die Prozeßschritte P3 und P4.
Prozeßschrittverknüpfung mit logischem UND	Beide Prozeßschritte P5 und P6 können nur gemeinsam zum Eintreten des Ereignisses E3 führen.

Tabelle 5.1: Ereignis- und Prozeßschrittverknüpfungen

Das sporadische Auftreten eines auslösenden Ereignisses kann z.B. auch die interaktive Auswahl eines bestimmten Informationsobjekts sein, das mit einem Teilprozeß bearbeitet wird. Somit bestimmen derartige Interaktionen den realen Prozeßablauf, der auch zu zyklischen Wiederholungen führen kann. Im Prozeßmodell soll auf die Darstellung dieses Vorgangs aus Übersichtsgründen verzichtet werden. Zyklische Wiederholungen führen im Prozeßablauf einer EPK zur Schleifenbildung. Eine solche Schleife kann durch ein Ereignis oder die logische Verknüpfung mehrerer Ereignisse durchlaufen bzw. beendet werden.

Mit den Modellelementen und Verknüpfungen ist eine methodische Grundlage zur Aufbereitung eines Prozeßmodells gegeben, das eine formale Beschreibung des Prozeßablaufs der Bauauftragsrechnung ermöglicht. Da während der Tätigkeiten, die durch Prozeßschritte abstrahiert werden, im Informationssystem Funktionen zur Anwendung kommen, präzisieren die folgenden Ausführungen die methodische Grundlage für ein Funktionsmodell.

### 5.2.3 Funktionsmodell

In einem Informationssystem ist eine Funktion ein unterstützender Mechanismus zur Ausführung einer Tätigkeit oder Aktivität in der Regel in Verbindung mit zu bearbeitenden Informationsobjekten. In einem Funktionsmodell dient die Abstraktion von Funktionen zur Formalisierung derartiger Mechanismen eines Systems. Abstrahierte Funktionen sind in einem Funktionsmodell abzubilden, um die zur Unterstützung der Verrichtung

fachlicher Aufgaben notwendigen Funktionalitäten zu spezifizieren, die während eines oder mehrerer Prozessschritte zur Anwendung kommen können.

**Funktionsmodell:** Im Funktionsmodell ist eine formale Definition von Funktionen auf unterschiedlichen Abstraktionsebenen mit Hilfe eines Funktionsbaums möglich. Im Funktionsbaum sind Funktionshierarchien u.a. nach Kriterien, wie gleiche Verrichtung, gleiches Informationsobjekt oder Zugehörigkeit zum gleichen Geschäftsprozeß zu bilden [Scheer/ARIS 1998, S.25ff].

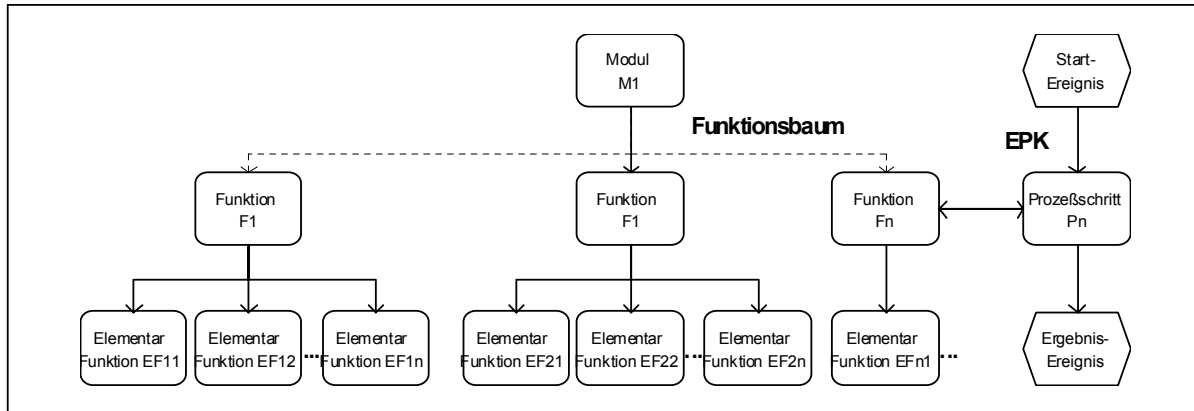


Abbildung 5.2: Funktionsbaum und EPK

Die Abbildung 5.2 zeigt einen Funktionsbaum in Beziehung zu Modellelementen einer EPK. Für die formale Aufbereitung eines Funktionsmodells sollen im Funktionsbaum die Ebenen *Modul*, *Funktion* und *Elementarfunktion* zur Anwendung kommen. Da die Funktionalitäten im Informationssystem in der Regel nach Modulen strukturiert sind, dient die Ebene *Modul* zur Bündelung von Funktionen, die in einem sachlichen Zusammenhang stehen, wie z.B. Funktionen im Modul Kalkulation. Insofern steht die Ebene *Modul* objektorientiert über der Ebene *Funktion*. Ein Modul faßt mehrere Funktionen  $F1..Fn$  zur Bearbeitung gleichartiger Informationsobjekte zu einem Funktionsbündel zusammen. Die Ebene *Funktion* dient zur Definition notwendiger Grundfunktionen für eine formale Beschreibung der Funktionalitäten eines Informationssystems. Diese Funktionen stehen in direkter Beziehung zu Prozessschritten einer EPK, was die o.g. Abbildung andeuten soll. Zur weiteren funktionalen Spezifizierung sind der jeweiligen Funktion verrichtungsorientierte Elementarfunktionen  $EF11..EFnn$  untergeordnet. Diese Elementarfunktionen können im Kontext ihrer übergeordneten Funktion zur Anwendung kommen und führen in der Regel zu Zustandsänderungen in den Informationsobjekten, welche durch Ereignisse im Prozeßmodell zum Ausdruck kommen.

Die Relation zwischen Funktion und Prozessschritt abstrahiert eine Funktionsanwendung während einer Tätigkeit im Prozeßablauf. Da eine Funktion eine Abbildung auf einen Prozessschritt darstellt, liegt zugleich eine prozeßorientierte Untergliederung zu Elementarfunktionen vor. Außerdem definiert die Relation zwischen Funktion und Prozessschritt



zugleich eine Beziehung eines Prozeßschrittes zum jeweils zugeordneten Modul, wodurch z.B. für modulbezogene Bearbeitungsdialoge eine Zuordnung zum Prozeß herstellbar ist. Da eine Funktion zumeist mehrere untergeordnete Elementarfunktionen bündelt, besteht keine Notwendigkeit, eine direkte Beziehung zwischen Prozeßschritten zu einzelnen Elementarfunktionen zu modellieren, wodurch die Modellbeziehungen übersichtlich bleiben. Für die im Funktionsbaum dargestellten Funktionen sind - im Gegensatz zu Prozeßschritten - weitere Eigenschaften zu präzisieren.

Funktionen können im Prozeß beliebig oft ausgeführt werden, d.h. sie sind im Kontext anderer Prozeßschritte wiederholbar. Ein weiteres Spezifikum von Funktionen ist ihre mögliche sporadische Anwendung, d.h. im Kontext eines Prozeßschrittes sind Elementarfunktionen zu jedem beliebigen Zeitpunkt ausführbar. Für die Anwendung einer Elementarfunktion während eines Prozeßschrittes werden keine Start- oder Ergebnisergebnisse explizit abgebildet, obwohl die Anwendung einer Elementarfunktion ein solches Ereignis - z.B. durch einen Mausklick - durchaus auslösen kann.

### 5.2.4 Informationsmodell

**Informationmodell:** Im Informationssystem werden während der Prozeßschritte zur Bauauftragsrechnung Informationsobjekte durch eine Anwendung von Funktionen bearbeitet. Da diese Informationsobjekte entsprechende Attribute ausprägen, bestehen Möglichkeiten zur Klassifizierung gleichartiger Informationsobjekte. Diese Klassifizierung führt zur Abstraktion von Informationsdefinitionen, welche die im Prozeß der Bauauftragsrechnung anfallenden Informationen entsprechend ihrer Struktur und Semantik zum Ausdruck bringen. Die Abstraktion dieser fachlichen Informationsdefinitionen ist Grundlage für ein Informationsmodell, welches die Informationstypen und deren Beziehungen zueinander formal beschreibt.

**Entity Relationship Model (ERM):** Zur Modellierung von Informationsdefinitionen soll ein erweitertes Entity Relationship Modell dienen, das dem Grundmodell von Chen entnommen [Chen 1976, S.9ff] wurde und als eine erweiterte Form dieser Methode anzusehen ist. Das (einfache) ERM besteht aus Entity- und Beziehungstypen, die durch „Kantenrollen“ miteinander verbunden sind. Das erweiterte Entity Relationship Model (eERM) ergänzt das einfache ERM um die Darstellung von Kardinalitäten sowie um Konstruktionsoperatoren. Die mögliche Uminterpretation von Beziehungs- in Entitytypen erweitert ebenfalls das einfache ERM. Nachfolgend werden die Grundelemente des eERM spezifiziert [Scheer/ARIS 1998, S.6, S.74]. Die Abbildung 5.3 zeigt eine Übersicht über die Begriffe und Darstellungsformen der Strukturelemente und Konstruktionsoperatoren des eERM.

**Entity und Entitytyp:** Ein Entity entspricht in seiner Definition einem Informationsobjekt, dessen Merkmale durch die Ausprägung seiner Attribute bestimmt sind. Ein Entitytyp faßt - analog einer Klassendefinition - die Objekte (Entities) gleichartiger Attributdefinitionen zusammen. Im eERM können die Attributdefinitionen von Entitytypen

sowie die Ausprägungen von Entities modelliert werden. Die Beziehungen zwischen Entitytypen lassen sich über die Darstellung von Beziehungselementen (Relationen) spezifizieren.

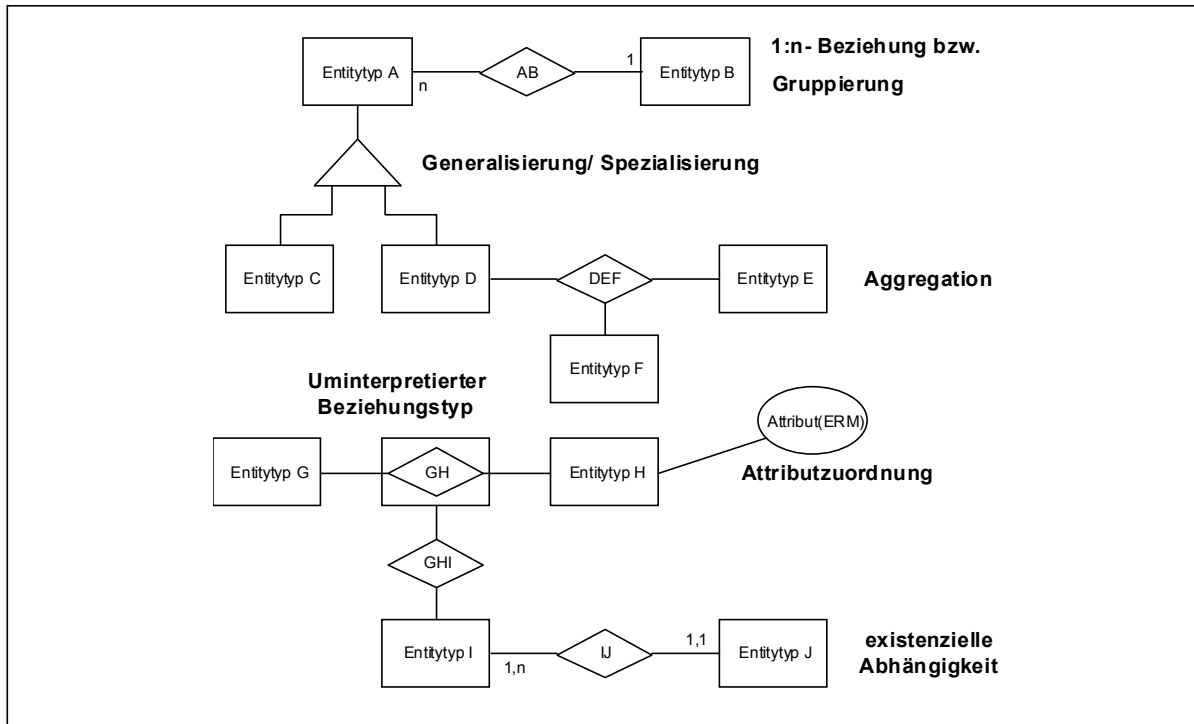


Abbildung 5.3: Struktur- und Beziehungselemente im eERM

**Beziehungselemente:** Im eERM werden Beziehungen zwischen den Entitytypen als Beziehungselemente dargestellt. Ein Beziehungselement repräsentiert eine Relation auf den jeweiligen Entitytypen, wenn sie formal einer Teilmenge des kartesischen Produkts der Wertebereiche ihrer Attribute entspricht. Dem jeweiligen Beziehungselement liegt ein Beziehungstyp - dargestellt durch einen Konstruktionsoperator - zugrunde.

**Gruppierung:** Zwischen den Entitytypen *A* und *B* besteht eine 1:n- Beziehung, d.h. ein Entity vom Typ *A* kann zu maximal *n* Entities vom Typ *B* in der Beziehung *AB* stehen.

**Generalisierung:** Die Generalisierung besagt, daß die Entities vom Typ *C* und *D* jeweils im Entitytyp *A* zusammengefaßt werden. Ein Entity vom Typ *A* ist entweder als Entity vom Typ *C* oder Typ *D* zu spezialisieren.

**Aggregation:** Die multiple Beziehung *DEF* wird aus den Entities der Entitytypen *D*, *E* und *F* gebildet.

**Uminterpretierter Beziehungstyp:** Die Uminterpretation von Beziehungstypen in Entitytypen besagt, daß die Beziehung zwischen Entitytyp  $G$  und  $H$  einen weiteren Entitytyp  $GH$  bildet, der in der Beziehung  $GHI$  zu Entitytyp  $I$  steht.

**Existentielle Abhängigkeit:** Die Entities vom Typ  $J$  sind existentiell abhängig von Entities des Entitytyp  $I$ , d.h. jedes Entity steht immer in einer Beziehung  $IJ$  zu einem Entity von  $I$ . Umgekehrt steht ein Entity von Typ  $I$  zu mindestens einem und maximal  $n$  Entities von Typ  $J$  in der Beziehung  $IJ$ .

**Grad der Detaillierung:** Eine formale Aufbereitung der Informationsdefinitionen ist auf den Ebenen von Entitytypen und ihren Attributdefinitionen erforderlich. Auf der Ebene definierter Entitytypen sind dadurch bestehende Relation zu Prozeßschritten zu betrachten. Auf der Grundlage dieser Beziehungen sind Aussagen darüber zu gewinnen, welche Informationstypen im jeweiligen Prozeßschritt durch die Anwendung bestimmter Funktionen bearbeitet werden. Damit steht zugleich fest, welche Attribute des jeweiligen Entitytyps bearbeitet werden. Mit der Abbildung der Attributdefinition besteht die Möglichkeit, durch Attribute ausgedrückte Zustände von Informationsobjekten zur Steuerung von Vorgängen zu verwenden.

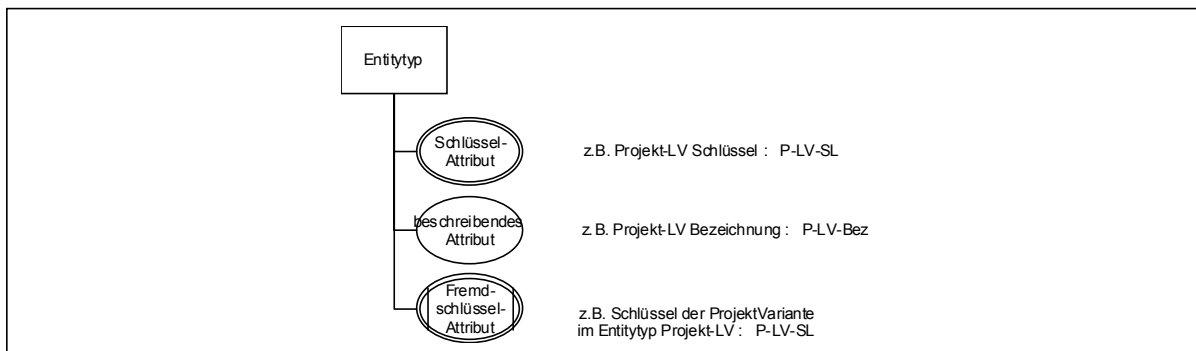


Abbildung 5.4: Attributzuordnung zu Entitytypen

**Attributzuordnung:** Die Zuordnung von ERM-Attributen kann innerhalb des eERM oder ggf. in einem separaten eERM-Attributzuordnungsdiagramm erfolgen. Die Abbildung 5.4 zeigt Arten der Attributdefinition. Hierbei kann eine Unterscheidung jeweils nach Schlüsselattribut, Fremdschlüsselattribut bzw. beschreibendem Attribut erfolgen. Die semantische Zusammengehörigkeit von Einzelattributen ermöglicht die Zusammenfassung zu Attributgruppen, z.B. zur Definition von Sekundärschlüsseln.

### 5.2.5 Organisationsmodell

Mit Hilfe eines Organisationsmodells ist eine Definition der Aufbauorganisation eines Unternehmens als fachliche Organisationsicht zu veranschaulichen. Da sich eine Organisa-

tionsstruktur in der Regel auf ein bestimmtes Unternehmen bezieht, abstrahiert ein diesbezügliches Organisationsmodell einen firmenindividuellen Strukturaufbau. Im Hinblick auf eine formale Beschreibung der Bauauftragsrechnung ist eine Organisationsstruktur mit einem Organisationsmodell nur beispielhaft aufzubereiten. Diese beispielhafte Aufbereitung kann sich in dieser Arbeit nur auf wesentliche, allgemeine Strukturelemente beschränken, die für den Prozeß der Bauauftragsrechnung von Bedeutung sind.

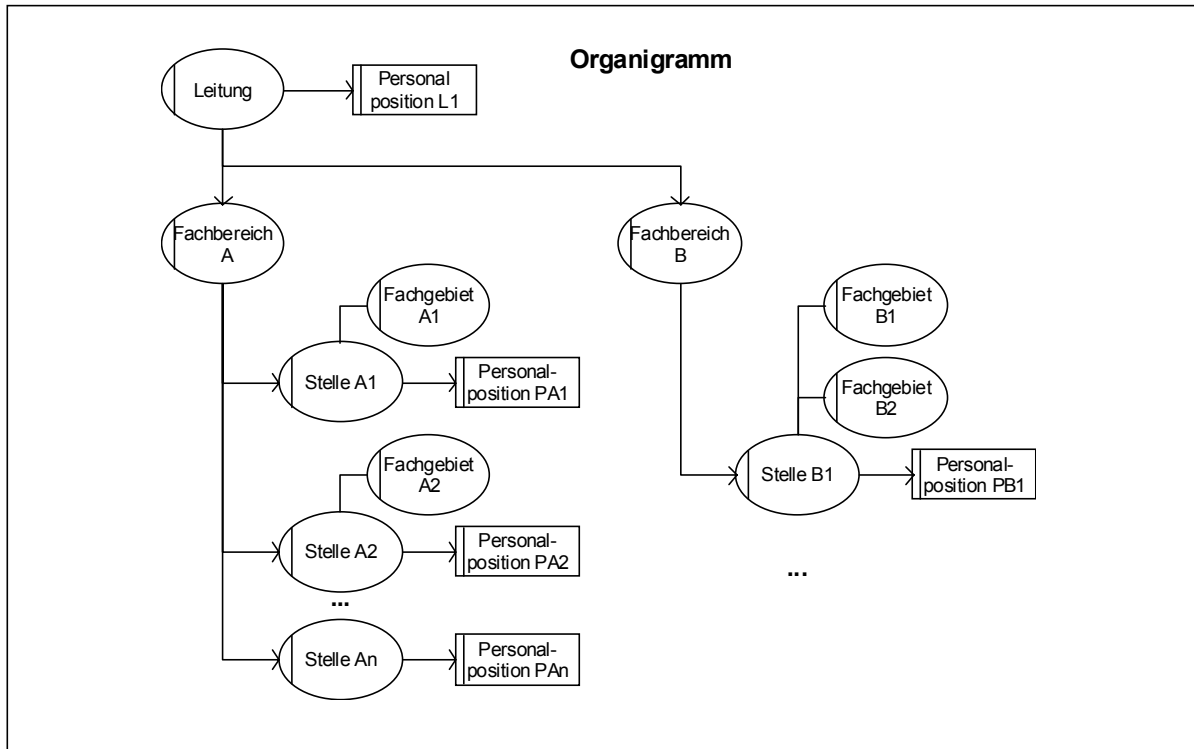


Abbildung 5.5: Organigramm in verschiedenen Ebenen

**Organigramm:** Als Organisationsmodell soll ein Organigramm zur Abbildung der Organisationsstrukturen in der formalen Beschreibung zur Anwendung kommen. Wie aus der Abbildung 5.5 hervorgeht, kann eine Organisationsstruktur in einem Organigramm auf mehreren Ebenen definiert werden. Analog zur Funktionsdefinition sind die Ebenen der Aufbauorganisation ebenfalls nach verrichtungs-, objekt- und prozeßorientierten Kriterien festzulegen. Um eine Modellierung einer Organisationsstruktur auf die am Prozeß der Bauauftragsrechnung beteiligten Mitarbeiter zu begrenzen, sind im Organigramm nur fachbezogene Ebenen zu betrachten.

**Organisationseinheit:** Auf der jeweiligen Ebene sind die Organisationseinheiten die strukturtragenden Elemente. Für die formale Beschreibung werden gemäß Abbildung 5.5 Organisationseinheiten in einer dreistufigen Organisationsstruktur der Ebenen *Leitung*, *Fachbereiche* und *Stellen* festgelegt. Die Zuordnung konkreter Personalpositionen kann

auf den Ebenen *Leitung* und *Stellen* erfolgen. Eine Organisationseinheit auf der Ebene *Stellen* erhält neben ihrer Untergliederung unter einem *Fachbereich* auch eine Zuordnung zu einem oder ggf. mehreren *Fachgebieten*, wodurch im Organigramm eine parallele Gruppenebene vorliegt. Die Ebene der *Fachgebiete* kann alternativ gegenüber einem *Fachbereich* oder einer *Stelle* in einer Modellbeziehung zum Prozeßmodell, Funktionsmodell und Informationsmodell stehen.

## 5.3 Relationen

### 5.3.1 Allgemeines

Der Detaillierungsgrad der gewählten Abstraktionen in der Modellierungsmethode bietet die Möglichkeit, den komplexen Zusammenhang in der Bauauftragsrechnung durch Aufbereitung entsprechender Modellbeziehungen abzubilden und damit erkennbar zu machen. Um diesen Zusammenhang zu verdeutlichen, sind Relationen zwischen den Modellelementen der Modellarten aufzustellen. Dazu sind die modellierten Prozeßschritte einer EPK in Relation zu den modellierten Funktionen im Funktionsbaum zu setzen. Aus dieser Relation leiten sich Aussagen ab, welche Funktion im jeweiligen Prozeßschritt zur Anwendung kommt. Mit der Anwendung von Funktionen werden Informationsobjekte während der Prozeßschritte bearbeitet. Um diesen Zusammenhang zu verdeutlichen, besteht die Notwendigkeit, eine Relation der modellierten Prozeßschritte zu Entitytypen aufzustellen. Diese Relation ermöglicht Aussagen, welche Entitytypen durch Funktionen im jeweiligen Prozeßschritt bearbeitet werden. Da die Funktionsanwendung auf Informationsobjekte im Kontext eines Prozeßschrittes durch Mitarbeiter der Organisationsstruktur erfolgt, ist eine Relation zwischen modellierten Prozeßschritten und Organisationseinheiten aufzustellen. Aus dieser Relation sind Aussagen zu gewinnen, welche Organisationseinheit im jeweiligen Prozeßschritt eine Funktion zur Bearbeitung von Informationsobjekten eines bestimmten Entitytyps bearbeitet. Auf der Grundlage dieser Relationen besteht die Möglichkeit, das Zusammenspiel zwischen Organisationseinheiten im Hinblick auf konkrete Tätigkeiten im Prozeßablauf, Funktionen und Informationsdefinitionen zu analysieren. Nachfolgend werden die o.g. Relationen zur Festlegung des weiteren Vorgehens in dieser Arbeit präzisiert.

### 5.3.2 Prozeßschritt und Funktion

Eine Modellbeziehung zwischen dem Prozeßmodell und Funktionsmodell kann modelliert werden, indem dem jeweiligen Prozeßschritt eine entsprechende Funktion aus der zweiten Ebene, der Funktionsebene, im Funktionsbaum eindeutig zugeordnet wird. Der Detaillierungsgrad der gewählten Abstraktionen Prozeßschritt und Funktion ermöglicht eine Relation aufzustellen, die eine Beziehung zwischen den Tätigkeiten im Prozeßablauf und darin verwendeten funktionalen Werkzeugen im Informationssystem widerspiegelt. Aus diesem Grund werden in der vorliegenden Arbeit die Abstraktionen Prozeßschritt und Funktion bewußt unterschieden, so daß im Prozeßmodell vom Prozeßschritt die Rede ist und im Funktionsmodell von der Funktion. Zwischen der Menge aller Prozeßschritte und

der Menge aller Funktionen besteht im mathematischen Sinn eine Abbildung, d.h. eine linkstotale und rechtseindeutige Relation [dtv-Atlas Mathematik/B1 1998, S.33]. Dabei bekommt jeder Prozeßschritt genau eine auszuführende Funktion zugeordnet, aber eine Funktion kann ggf. während mehrerer Prozeßschritte ausgeführt werden.

Da während des Prozeßablaufs in verschiedenen Prozeßschritten ggf. dieselbe Funktion verwendet werden kann, sind in solchem Fall die zugeordneten Prozeßschritte zu unterscheiden, was den funktionalen Prozeßzusammenhang verdeutlicht und mit einer ausschließlichen Funktionsbetrachtung nicht möglich wäre. Zum Beispiel hat in der formalen Beschreibung ein Prozeßschritt *Projekt-LV Element spezifizieren* im Umfeld eines Teilprozesses *Projekt-LV bearbeiten* während der Vorgänge zur Angebotsvorbereitung einen anderen prozeßmäßigen Hintergrund als in einem Teilprozeß *GU-Nachtrag erstellen u. kalkulieren* während der Baustellensteuerung, obwohl in beiden Fällen dieselbe Funktion zur Anwendung kommt.

### 5.3.3 Prozeßschritt und Entitytyp

Eine Beziehung zwischen dem Prozeßmodell und Informationsmodell kann modelliert werden, indem dem jeweiligen Prozeßschritt die entsprechenden Entitytypen des Informationsmodells zugeordnet werden. Die Relation zwischen Entitytypen und Prozeßschritten ist als n:m-Beziehung zu betrachten, d.h. ein Prozeßschritt kann mehreren Entitytypen zugeordnet sein und umgekehrt kann ein Entitytyp zu mehreren Prozeßschritten gehören. Mit dieser Zuordnung von Entitytypen sind die Attributdefinitionen eines jeweiligen Entitytyps ebenfalls zugeordnet.

Eine Beziehung durch gerichtete Beziehungskanten, z.B. um den Informationsfluß nach Input- und Outputinformationen getrennt darzustellen, ist durch eine Relation zwischen Prozeßschritten und Entitytypen nicht abzubilden, da gerichtete Modellbeziehungen nur für Informationsobjekte zu definieren sind. Um Abhängigkeiten und gegenseitige Beeinflussungen im Zusammenspiel erkennbar zu machen, besteht keine Notwendigkeit, Instanzen bzw. Informationsobjekte im Informationsmodell zu präzisieren. Aus diesem Grund beschränken sich die Relationen auf die jeweiligen Entitytypen.

### 5.3.4 Prozeßschritt und Organisationseinheit

Eine Beziehung zwischen dem Prozeßmodell und Organisationsmodell kann modelliert werden, indem dem jeweiligen Prozeßschritt die Organisationseinheiten aus den Ebenen *Leitung, Fachbereiche, Stellen* oder den zugehörigen *Fachgebieten* des Organigramms zugeordnet werden. Die Zuordnungsebene im Organigramm ist somit flexibel. Dadurch können alle definierten Organisationseinheiten eine entsprechende Zuordnung erhalten. Wird z.B. eine Gruppe zugeordnet, haben alle Mitglieder dieser Gruppe dieselbe Zuordnung.

Für eine Zuordnung von Organisationseinheiten zu Prozeßschritten besteht die Möglichkeit, entsprechende „Beziehungskanten“ zu definieren, die durch Kantenattribute die Art und den Zweck einer Zuordnung spezifizieren. Durch diese Kantenattribute ist eine Zuordnung einer Organisationseinheit zu entsprechenden Prozeßschritten klassifizier-

bar, wie z.B. „führt aus“ oder „ist fachlich verantwortlich für“. Für die Auswertung der formalen Beschreibung ist eine direkte Zuordnung des jeweils Ausführenden von Interesse. Insofern werden alle Zuordnungen zu Organisationseinheiten mit dem Kantenattribut „führt aus“ erstellt. Für ein prozeßorientiert-strukturiertes Informationssystem, wäre auf der Grundlage dieser Relation eine Konfiguration von Berechtigungen auf der Ebene von Prozeßschritten abzuleiten.

## 5.4 Vorgehensweise

**Gesamtsicht:** Aus den Beziehungen zwischen Prozeßschritten und Organisationseinheiten sowie den Entitytypen und Funktionen sind Möglichkeiten zur Modellierung einer Gesamtsicht vorhanden, welche die Modellelemente gemäß ihrer Detaillierung vereinigt. Die Zusammenführung der Modellelemente in einer gemeinsamen Modelldarstellung kann z.B. in Diagrammform erfolgen, in welcher eine Verbindung zwischen der Prozeßdarstellung, Funktionssicht, Informationssicht und Organisationssicht zur Abbildung kommt. Ein entscheidender Nachteil dieser Gesamtsicht ist die Unübersichtlichkeit, zu welcher die Komplexität der zu modellierenden Vorgänge und Zusammenhänge der Bauauftragsrechnung führen würde. Aufgrund der „zentralen“ Rolle eines Prozeßschrittes, der in Relation zu Funktion, Entitytypen und Organisationseinheiten steht, ergeben Auswertungen der einzelnen Modelle und der definierten Modellbeziehungen analoge Aussagen, wie sie eine modellierte Gesamtsicht bringen würde. Aus diesem Grund ist die Modellierung einer Gesamtsicht aller Abstraktionen nicht sinnvoll.

Die bisher beschriebenen Abstraktionen, der festgelegte Grad ihrer Detaillierung sowie die Relationen ergeben eine Modellierungsmethode zur formalen Aufbereitung der Bauauftragsrechnung. Diese Modellierungsmethode bestimmt das weitere Vorgehen in dieser Arbeit.

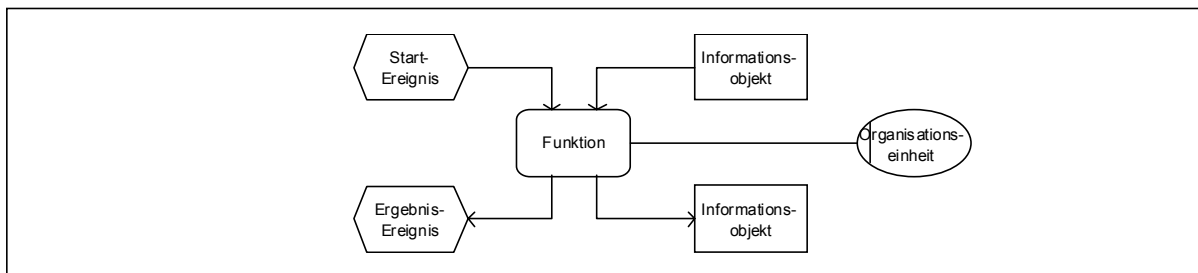


Abbildung 5.6: Modellelemente im ARIS-Toolset

**ARIS-Konzept:** Auf der Grundlage der betrachteten Modellierungsmethode kann ein Modellierungswerkzeug zu Anwendung kommen, das die entsprechenden Abstraktionen unterstützt. Das von der IDS Prof. Scheer GmbH entwickelte ARIS-Konzept verwendet die in der Abbildung 5.6 dargestellten Modellelemente [Scheer/ARIS 1995, S.33ff].

Eine Vorgehensweise nach dem ARIS-Konzept sieht eine Aufbereitung von Einzelsichten auf der Grundlage der dargestellten Modellelemente vor, in der eine Kombination dieser Einzelsichten zu einem Gesamtmodell führen kann. Ein Vorteil der Methodik im ARIS-Konzept besteht im möglichen schrittweisen Vorgehen. Dabei werden zunächst die Einzelsichten modelliert und anschließend zusammengeführt. Der erste Schritt der ARIS-Vorgehensweise beinhaltet die Modellierung von Einzelsichten als Funktionssicht, Organisationssicht und Informationssicht. Der zweite Schritt besteht in der stufenweisen Modellierung der Beziehungen zwischen den einzelnen Sichten als sog. „Steuerungssicht“. Dabei werden die Beziehungen zwischen Funktionen und Organisationseinheiten, Funktionen und Informationsobjekten sowie zwischen Organisationseinheiten und Informationsobjekten zunächst einzeln betrachtet und anschließend zu einem Gesamtmodell aller ARIS-Sichten vereinigt.

**Unterschiede zur ARIS-Methode:** Aus praktischen aber auch bereits erörterten fachlichen Erwägungen, ist die im ARIS-Konzept vorliegende Modellierungsmethodik für eine formale Beschreibung der Bauauftragsrechnung nicht direkt anwendbar. Spezifizierungen gegenüber dem ARIS-Konzept sind erforderlich, da ARIS nur Modellarten und Modellelemente als Basis zur Verfügung stellen kann. Für ein methodisches Konzept zur formalen Beschreibung der Bauauftragsrechnung wurden u.a. Prozeßschritte und Funktionen als getrennte Abstraktionen definiert. Der Grad der Detaillierung der gewählten Abstraktionen mußte auf die zu lösende Problemstellung spezifiziert werden. Diese Spezifizierungen sind die Voraussetzung für eine Aufbereitung von Modellbeziehungen zwischen den Modellelementen, welche auf Relationen zwischen den Abstraktionen beruhen und nur auf bestimmten Abstraktionsebenen sinnvoll sind.

Zur grafischen Aufbereitung der Modelle kann das die ARIS-Methode unterstützende ARIS-Toolset zur Anwendung kommen, da es Modellarten, Modellelemente und Beziehungselemente bereitstellt, welche der festgelegten Modellierungsmethode entsprechen. Weitergehende Funktionalitäten im ARIS-Toolset, z.B. zur Prozeßsimulation, sollen nicht zur Anwendung kommen, da für eine Prozeßsimulation Algorithmen zu modellieren sind, auf welche die formale Beschreibung der Bauauftragsrechnung im Hinblick auf die zu lösende Problemstellung dieser Arbeit verzichten kann.

**Vorgehensweise zur Modellaufbereitung:** Nachfolgend soll die weitere Vorgehensweise für das folgende Kapitel 6, „Anwendung der Methodik“, festgelegt werden. Entsprechend der betrachteten Modellierungsmethode ergeben sich zunächst folgende Schritte zur Aufbereitung der Modelle:

1. Prozeßmodell als EPK
2. Funktionsmodell als Funktionsbaum
3. Informationsmodell als eERM
4. Organisationsmodell als Organigramm



Die Zusammenführung der Modellarten kann ebenfalls schrittweise erfolgen, indem nacheinander folgende Modellbeziehungen hergestellt werden:

5. Prozeßmodell und Funktionsmodell
6. Prozeßmodell und Informationsmodell
7. Prozeßmodell und Organisationsmodell

Diese Form der bilateralen Darstellung gestattet, entsprechende Aussagen abzuleiten, ohne dabei die Übersicht zu verlieren. Das Prozeßmodell steht als steuerndes Bindeglied zwischen anderen Modellen und repräsentiert somit die Steuerungssicht. Aufgrund dieser zentralen Rolle des Prozeßmodells lassen sich aus den o.g. Kombinationen der Modelle auch Aussagen zu indirekten Modellbeziehungen abzuleiten. Diese Modellbeziehungen sind:

8. Funktionsmodell und Informationsmodell
9. Funktionsmodell und Organisationsmodell
10. Informationsmodell und Organisationsmodell.

Das folgende Kapitel beschreibt eine Umsetzung der o.g. Schritte 1 bis 7. Auf eine Aufbereitung und Darstellung der möglichen indirekten Modellbeziehungen soll auf Grund des redundanten Aussagegehalts dieser Modellbeziehungen bewußt verzichtet werden. Da die „formale Beschreibung“ rein fachliche Modellsichten abbildet, ist die Betrachtung dieser Modellbeziehungen nur im Umfeld einer technischen Umsetzung wesentlich, z.B. als Grundlage für ein objektorientiertes Design im Zuge einer Implementierung.



# Kapitel 6

## Anwendung der Methodik

### 6.1 Allgemeines

Das Kapitel „Anwendung der Methodik“ betrachtet die Aufbereitung der Modellarten und Modellbeziehungen auf der Grundlage der gewählten Modellierungsmethodik und behandelt somit den Schwerpunkt der formalen Beschreibung der Bauauftragsrechnung. Entsprechend der festgelegten Vorgehensweise wird in den folgenden Abschnitten das im **Teil I** fachlich skizzierte Umfeld der Bauauftragsrechnung modelliert. Das vorliegende Kapitel untergliedert sich in Abschnitte, in denen eine Betrachtung der Modellarten Prozeßmodell, Funktionsmodell, Informationsmodell und Organisationsmodell erfolgt.

Dabei beschränkt sich eine auszugsweise Beschreibung des Prozeßmodells als Einblick in die formale Aufbereitung des Prozeßablaufs auf wesentliche Teilprozesse, welche im Gesamtablauf als Kernprozesse zu interpretieren sind. Obwohl die in diesen Teilprozessen bearbeiteten Informationsobjekte ständiger Änderung und Fortschreibung unterliegen, wiederholen sich die Teilprozesse ihrem Wesen nach in den einzelnen Unterphasen im Gesamtprozeß. Ein ausführliches Prozeßmodell der Bauauftragsrechnung besteht aus weiteren, teilweise komplexen Teilprozessen, die im Anhang dieser Arbeit abgebildet werden.

Die Beschreibung repräsentativer Module des Funktionsbaums beschränkt sich auf Module, in denen Funktionen mit Prozeßschritten der betrachteten Teilprozesse in Beziehung stehen. Während der Bearbeitung der Informationsobjekte eines Projekts wiederholt sich die Anwendung von Funktionen in den einzelnen Phasen des Prozeßablaufs. Ein ausführliches Funktionsmodell der Bauauftragsrechnung besteht aus weiteren Modulen, welche ebenfalls im Anhang abgebildet werden.

Der Betrachtung beispielhafter Auszüge des Prozeß- und Funktionsmodells folgen Ausführungen zum Informationsmodell. Hierzu enthält das im Anhang abgebildete ERM alle wesentlichen Entitytypen, Beziehungstypen sowie Attributdefinitionen. Entsprechend der festgelegten Vorgehensweise beschließt die Beschreibung des in Form eines Organigramms aufbereiteten Organisationsmodells die Betrachtung der Einzelmodelle. Der darauffolgende Abschnitt „Modellbeziehungen“ stellt anschließend zwischen den entsprechenden Modellen die Modellbeziehungen her, die auf den Relationen zwischen Prozeßschritten und Funktionen, Entitytypen und Organisationseinheiten beruhen.

## 6.2 Prozeßmodell

### 6.2.1 Allgemeines

Das Prozeßmodell für die Bauauftragsrechnung setzt auf die Beschreibung im Teil I, Kapitel 3, „Strukturen und Ablauf“ auf. Die in Abbildung 3.3 und 3.4 dargestellten Vorgangsmodele bilden die Grundlage für einen Gesamtablauf, der durch das Prozeßmodell zu spezifizieren ist. Gleichzeitig wird damit der Umfang für die formale Beschreibung der Bauauftragsrechnung abgegrenzt. Der Gesamtablauf besteht aus einer groben Unterteilung in die Projektphasen

- **vor Auftragsausführung**, mit Angebotsvorbereitung, Angebotskalkulation und Auftragskalkulation sowie
- **Auftragsführung**, mit Arbeitsvorbereitung, Baustellensteuerung und Baustellen-Controlling.

Aus den einzelnen fachspezifischen Vorgängen der betrachteten Vorgangsmodele ergeben sich die Teilprozesse des Prozeßmodells. Die folgenden Unterabschnitte beinhalten die Beschreibung einer Auswahl repräsentativer Teilprozesse. Da die Aufbereitung aller Teilprozesse sehr umfangreich ist, befindet sich das vollständige Prozeßmodell im Anhang in den Abbildungen A.1 bis A.19. Die in den Teilprozessen enthaltenen Prozeßschritte stehen in einer Modellbeziehung zu Fachgebieten aus dem Organisationsmodell. Die Betrachtung dieser Modellbeziehung erfolgt im Abschnitt 6.6.4, „Prozeßmodell und Organisationsmodell“.

### 6.2.2 Teilprozeß *ProjektStruktur bearbeiten*

Der Prozeßablauf der Bauauftragsrechnung beginnt mit der Phase *vor Auftragsausführung*. Als einführendes Beispiel für eine Betrachtung wurde der Teilprozeß *ProjektStruktur bearbeiten* aus der Unterphase *Angebotsvorbereitung* ausgewählt. Die Abbildung A.2 im Anhang stellt diesen Teilprozeß als EPK dar. Im Prozeßmodell dient dieser Teilprozeß *ProjektStruktur bearbeiten* hauptsächlich zur Verzweigung in andere Teilprozesse. Er spielt deshalb nicht nur eine Rolle in der Angebotsvorbereitung, sondern wird zum Einstieg während jeder Projektphase durchlaufen. Der Teilprozeß setzt mit dem Startereignis *Projekt geöffnet* auf, das mit dem Neuanlegen oder dem Öffnen eines vorhandenen Projekts eintritt. Das Ereignis *Projekt geöffnet* führt zu den UND-Verknüpfungen *A1.2.1* und *A1.2.4* mit den alternativen Ereignissen *Projektkopf ist nicht zu bearbeiten* bzw. *Projektkopf ist zu bearbeiten*.

**Projektkopf bearbeiten:** Der Prozeßschritt *Projektkopf bearbeiten* beinhaltet die Erfassung oder Änderung von Grundinformationen zum Projekt - wie z.B. Projektadresse, Projektleiter usw., die in der Regel nur beim Neuanlegen eines Projekts bearbeitet werden. Das Ereignis *Projektkopf bearbeitet* tritt ein und führt zum Prozeßschritt *ProjektVariante bearbeiten*, sobald die Bearbeitung dieser Grundinformationen interaktiv beendet wurde.

Da eine Bearbeitung von Informationen des Projektkopfes nicht bei jedem Projektaufwurf erforderlich ist, gilt das alternative Ereignis *Projektkopf ist nicht zu bearbeiten* immer dann als eingetreten und führt direkt zum Prozeßschritt *ProjektVariante bearbeiten*. Die Verwendung von Ereignissen mit alternativer Semantik ist hier erforderlich, da ein Ereignis - wie *Projekt geöffnet* - keine Entscheidung herbeiführen kann, ob der Projektschritt *ProjektVariante bearbeiten* oder zuvor der Projektschritt *ProjektKopf bearbeiten* auszuführen ist.

**ProjektVariante bearbeiten:** Der Begriff „Projektvariante“ wurde im Teil I, Abschnitt 4.3.5, „Modul Projektstruktur“ bereits vorgestellt. Eine Projektvariante ist ein Strukturelement in einer Projektstruktur, welches zur Verwaltung von Projektdokumenten dient. In der Projektstruktur sind je nach Projektphase, Art oder Größe eines Projekts mehrere Projektvarianten möglich - z.B. als Kalkulations- oder Abrechnungsvarianten. Insofern kann sich der Prozeßschritt *ProjektVariante bearbeiten* mehrfach wiederholen. Die Ausführung vom Prozeßschritt *ProjektVariante bearbeiten* umfaßt Tätigkeiten wie das Neuanlegen, Kopieren, Löschen oder Auswählen einer Projektvariante. Deren Folge ist das alternative Eintreten entsprechender Ereignisse, was durch den XOR-Operator *A1.2.5* zum Ausdruck kommt. Das Eintreten eines der Ereignisse *ProjektVariante neu angelegt*, *ProjektVariante kopiert* bzw. *ProjektVariante ausgewählt* führt zur Ausführung des Prozeßschrittes *ProjektVariante Attribute ändern*. Das Löschen einer Projektvariante führt mit dem Ereignis *ProjektVariante löschen* zum Ausgangspunkt, dem o.g. Prozeßschritt, zurück.

**ProjektVariante Attribute bearbeiten:** Die Ausführung des Prozeßschrittes *ProjektVariante Attribute bearbeiten* abstrahiert Tätigkeiten zur Auswahl, Erfassung und ggf. Änderung der Attributausprägungen einer Projektvariante, z.B. bestimmte Grundinformationen wie Ausschreibender, AG-Adresse, Vertragskonditionen usw. Auch wenn keine Attributänderungen zur Ausführung kommen, wird dieser Prozeßschritt immer als Folge der entsprechenden Ereignisse durchlaufen. Das Eintreten des Ereignisses *ProjektVariante Attribute geändert* führt zur Ausführung des Prozeßschrittes *ProjektVariante bearbeiten* zurück. Der somit entstehende Zyklus ermöglicht, beliebig viele Projektvarianten zu bearbeiten.

**ProjektVariante Dokumente spezifizieren:** Die bisher betrachteten Tätigkeiten im Prozeßschritt *ProjektVariante bearbeiten* beziehen sich auf eine Projektvariante als ein in sich geschlossenes Informationsobjekt. Mit dem Öffnen einer Projektvariante sind deren Unterelemente als Projektdokumente auszuwählen bzw. zu bearbeiten. Das eingetretene Ereignis *ProjektVariante geöffnet* führt zum Prozeßschritt *ProjektVariante Dokumente spezifizieren*, in welchem die Auswahl eines entsprechenden Dokumenttyps als Unterelement zur Projektvariante erfolgt. Die interaktive Objektauswahl - ausgedrückt durch den XOR-Operator *A1.2.6* - führt jeweils zu einem der Ereignisse *Dokument Projekt-LV ist zu bearbeiten* bzw. *Dokument VergabeEinheiten ist zu bearbeiten* und damit zur Verzweigung im Prozeßablauf.

**Dokument Projekt-LV bearbeiten:** Mit der Sicht auf eine Projektstruktur ist ein Projekt-LV ein Projektdokument, das im eERM durch den Entitytyp *Projekt-LV* definiert wird. Dem Ereignis *Dokument Projekt-LV ist zu bearbeiten* folgt mit dem Prozeßschritt *Dokument Projekt-LV bearbeiten* die Bereitstellung der notwendigen Projekt-LV's. Dazu umfaßt dieser Prozeßschritt Tätigkeiten - wie z.B. Importieren, Neuanlegen, Löschen, Kopieren und Öffnen - zur Bearbeitung eines LV's als Projektdokument bzw. Unterelement einer geöffneten Projektvariante. Welche dieser Tätigkeiten in der Angebotsvorbereitung wann auszuführen sind, hängt von der Bearbeitungssituation im Projekt ab und ist im Prozeßmodell nur durch die Vorgabe möglicher Wege darstellbar. Die mit dem XOR-Operator *A1.2.3* abgebildete Ereignisverknüpfung führt zu den Ereignissen *Projekt-LV importiert*, *Projekt-LV neu angelegt*, *Projekt-LV kopiert* bzw. *Projekt-LV gelöscht*, welche infolge einer entsprechenden Bearbeitungsfunktion nur alternativ zueinander eintreten können.

**Projekt-LV Struktur festlegen:** Ein neu angelegtes Projekt-LV muß ggf. in der Strukturdefinition seiner LV-Struktur - Hierarchiestufen und Stelligkeit der OZ - angepaßt werden. Deshalb folgt der Prozeßschritt *Projekt-LV Struktur festlegen* auf das dementsprechende Ereignis.

**Projekt-LV Kopf Attribute bearbeiten:** Wenn durch Importieren, Kopieren oder Neuanlegen ein neues Informationsobjekt vom Typ *Projekt-LV* entsteht, sind ggf. Anpassungen der Kopfattribute des Dokuments erforderlich. Die Kopfattribute sind im Informationsmodell Attribute des Entitytyps *Projekt-LV* - wie z.B. Schlüssel, Bezeichner, Währung, LV-Typ usw. Das Ereignis *Projekt-LV Kopf Attribute bearbeitet* tritt ein, wenn durch Interaktion die bearbeiteten Attributfelder (Datenfelder) verlassen werden. Der Prozeßschritt abstrahiert somit auch die zyklische oder sporadische Bearbeitung mehrerer Attributfelder, was im Funktionsmodell durch die Elementarfunktionen *Auswahl* und *Änderung* zum Ausdruck kommt (s. Abschnitt 6.3.2, „Funktionsbaum *Modul ProjektStruktur*“).

Das eingetretene Ereignis *Projekt-LV geöffnet* führt zum Verlassen des Teilprozesses und zum Übergang in den sich anschließenden Teilprozeß *Projekt-LV bearbeiten*, der im nachfolgenden Abschnitt beschrieben wird.

### 6.2.3 Teilprozeß *Projekt-LV bearbeiten*

In der Unterphase *Angebotsvorbereitung* folgt im Ablauf der Teilprozeß *Projekt-LV bearbeiten*. Dieser Teilprozeß umfaßt alle Tätigkeiten zur Erstellung und Änderung von LV-Elementen. Ein Aufruf der LV-Bearbeitung erfolgt immer bedarfsweise je nach Bearbeitungssituation im Projekt. Eine exakte zeitliche Einordnung der Ausführung dieser Prozeßschritte ist daher nicht möglich. Den vollständigen Teilprozeß zeigt die Abbildung A.3 im Anhang. Der Teilprozeß beginnt nach dem Öffnen des zu bearbeitenden Projekt-LV's.

**Projekt-LV Element spezifizieren:** Das Starterereignis *Projekt-LV ist zu bearbeiten* drückt den Bedarf einer LV-Bearbeitung aus. In Verknüpfung mit dem Starterereignis *Projekt-LV geöffnet* wird über die UND-Verknüpfung *A1.3.2* der Prozeßschritt *Projekt-LV Element spezifizieren* ausgelöst. Dieser Prozeßschritt beinhaltet eine mögliche Funktionsauswahl und damit die Festlegung der weiteren Bearbeitungsfolge in Abhängigkeit des zuvor ausgewählten LV-Elements. Das bedeutet, es wird durch Interaktion ein LV-Element ausgewählt, welches die funktionalen Möglichkeiten gemäß der Strukturdefinition des LV's als Ausgangspunkt vorgibt. Die interaktive Spezifikation führt zum Ereignis *LV-Element spezifiziert*. Im Fall, daß ein leeres LV - d.h. ohne LV-Gruppen bzw. LV-Positionen - vorliegt, gilt das Projekt-LV selbst als Ausgangspunkt.

Das Ereignis *LV-Element spezifiziert* kann nicht entscheiden, ob eine LV-Gruppe oder LV-Position bearbeitet werden soll. Diese Entscheidung fällt mit interaktiver Funktionswahl, ausgelöst durch die (externen) Starterereignisse *LVGruppe ist zu bearbeiten* bzw. *LV-Pos ist zu bearbeiten*.

**LVGruppe Element bearbeiten:** Der Prozeßschritt beinhaltet die Tätigkeiten zur Bearbeitung eines LV-Elements, das durch den Entitytyp *LVGruppe* im eERM definiert wird. Dabei beziehen sich die Tätigkeiten - wie Neuanlegen, Kopieren, Auswählen oder Löschen - immer auf die LV-Gruppe als Informationsobjekt. Sie werden durch die Anwendung entsprechender Elementarfunktionen ausgeführt. Welche Funktion wann zur Anwendung kommt, hängt von der Bearbeitungssituation ab und kann im Prozeßmodell nicht vorgegeben werden. Infolge interaktiver Funktionsanwendung treten alternativ die Ereignisse *LVGruppe neu angelegt*, *LVGruppe kopiert*, *LVGruppe ausgewählt* bzw. *LVGruppe gelöscht* ein. Während die Ereignisse *LVGruppe neu angelegt* und *LVGruppe kopiert* gleichzeitig auch die Auswahl der jeweiligen „neuen“ LV-Gruppe ausdrücken, tritt das Ereignis *LVGruppe ausgewählt* nur bei interaktiver Auswahl einer bereits vorhandenen LV-Gruppe ein. Jedes dieser Ereignisse führt zum Prozeßschritt *LVGruppe Attribute bearbeiten*. Dagegen signalisiert das Ereignis *LVGruppe gelöscht*, daß eine zuvor ausgewählte LV-Gruppe gelöscht wurde. Da das Ereignis zurück zum Prozeßschritt *Projekt-LV Element spezifizieren* führt, wird somit eine zyklische Bearbeitungsschleife geschlossen.

**LVGruppe Attribute bearbeiten:** Der Prozeßschritt umfaßt eine ggf. sich wiederholende Auswahl und Änderung von Attributfeldern - wie z.B. Ordnungszahl, Kurztext, Kennzeichen für Grund- bzw. Wahlgruppen - einer LV-Gruppe. Das Ereignis *LVGruppe Attribute bearbeitet* tritt ein, wenn durch Interaktion ein weiteres LV-Element spezifiziert wird. Mit Beendigung der Attributbearbeitung wird der Prozeßschritt *Projekt-LV Element spezifizieren* erneut gestartet und somit eine zyklische Bearbeitungsschleife geschlossen.

**LVPos Element bearbeiten:** Dieser Prozeßschritt umfaßt die Tätigkeiten zur Bearbeitung eines LV-Elements, das durch den Entitytyp *LVPos* im eERM definiert wird. Die Tätigkeiten - wie Neuanlegen, Kopieren, Auswählen oder Löschen - beziehen sich immer auf eine LV-Position als Informationsobjekt. In Analogie zur LV-Gruppe werden diese Tätigkeiten durch die Anwendung entsprechender Elementarfunktionen ausgeführt.

Infolge interaktiver Funktionsanwendung treten alternativ die Ereignisse *LVPos neu angelegt*, *LVPos kopiert*, *LVPos ausgewählt* bzw. *LVPos gelöscht* ein. Während die Ereignisse *LVPos neu angelegt* und *LVPos kopiert* gleichzeitig auch eine Auswahl der jeweiligen „neuen“ LV-Position ausdrücken, tritt das Ereignis *LVPos ausgewählt* nur bei interaktiver Auswahl einer bereits vorhandenen LV-Position ein. Jedes dieser Ereignisse führt zum Prozeßschritt *LVPos Attribute bearbeiten*. Das Ereignis *LVPos gelöscht* signalisiert, daß eine zuvor ausgewählte LV-Position gelöscht wurde. Da das Ereignis zurück zum Prozeßschritt *Projekt-LV Element spezifizieren* führt, wird auch hierbei eine zyklische Bearbeitungsschleife geschlossen.

**LVPos Attribute bearbeiten:** Der Prozeßschritt umfaßt eine ggf. sich mehrfach wiederholende Auswahl und Änderung von Attributfeldern der ausgewählten LV-Position - wie Ordnungszahl, Kurztext, Langtext, Positionsart, Kennzeichen für Grund- bzw. Wahlpositionen usw. Das Ereignis *LVPos Attribute bearbeitet* tritt ein, wenn durch Interaktion ein weiteres LV-Element spezifiziert wird. Mit der Beendigung der Attributbearbeitung wird der Prozeßschritt *Projekt-LV Element spezifizieren* erneut gestartet und somit eine zyklische Bearbeitungsschleife geschlossen.

Die Werte der Positionsattribute *LV-* bzw. *VA-Menge* können im Bedarfsfall durch eine Mengenermittlung berechnet werden. Das Ereignis *Mengentyp Menge ist zu ermitteln* führt zum Teilprozeß *Mengentyp Mengen ermitteln*, welchen die Abbildung A.4 zeigt. Mit Beendigung einer Mengenberechnung tritt das Ereignis *LVPos Menge ermittelt* ein, das zur Attributbearbeitung im Projekt-LV zurückführt.

Entsprechend der methodischen Festlegungen zum Prozeßmodell benötigt die Beendigung eines Teilprozesses keine spezielle Darstellung. Der Prozeßschritt *Projekt-LV Element spezifizieren* führt immer zum Eintreten des Ereignisses *Projekt-LV Element bearbeitet*, wenn die Bearbeitung eines LV-Elements abgeschlossen ist. Dieses Ereignis bildet die Voraussetzung, daß z.B. eine Position kalkuliert werden kann. Dieses Ereignis ist nicht das Ergebnis einer speziellen Funktion, sondern die Aussage, daß sich kein LV-Element in Bearbeitung befindet.

#### 6.2.4 Teilprozeß *Herstellkosten kalkulieren*

Im Kapitel 3, „Strukturen und Ablauf“ wurde bereits dargelegt, daß sich der Übergang von der Unterphase *Angebotsvorbereitung* zur Unterphase *Angebotskalkulation* in der Regel wiederholend vollzieht. Die Situation in der Praxis erfordert häufig, daß mit der Kalkulation der Herstellkosten sofort begonnen wird, sobald bestimmte LV-Teile vorliegen. Währenddessen wird das Projekt-LV in paralleler Bearbeitung sukzessiv weiter ergänzt. Im Prozeßmodell schließt sich dem Teilprozeß *Projekt-LV bearbeiten* der Teilprozeß *Herstellkosten kalkulieren* an, so daß dieser Übergang vereinfacht als einmalig dargestellt wird. Der Teilprozeß *Herstellkosten kalkulieren* umfaßt die Tätigkeiten zur Erstellung und Änderung der Kalkulationsansätze von LV-Positionen. Eine Kalkulation kann immer dann erfolgen, wenn zu kalkulierende Positionen vorliegen. Eine exakte zeitliche Einord-



nung des Teilprozesses ist daher nicht möglich. Den vollständigen Teilprozeß - dargestellt als EPK - zeigt die Abbildung A.5 im Anhang. Die formale Beschreibung betrachtet die Kalkulationsinformationen in Relation zur jeweiligen Position. Daher beginnt der Teilprozeß, nachdem das zu bearbeitende Projekt-LV geöffnet wurde. Das eingetretene Ereignis *Projekt-LV geöffnet* erzeugt mit dem Ereignis *Projekt-LV Element bearbeitet* über die UND-Verknüpfung A2.1.4 den Übergang zum Prozeßschritt *Projekt-LV Element spezifizieren*.

**Projekt-LV Element spezifizieren:** Der Prozeßschritt *Projekt-LV Element spezifizieren* dient zur interaktiven Auswahl der zu kalkulierenden LV-Position bzw. zu deren Darstellung im Kalkulationsdialog. Da LV-Gruppen nur anzuzeigen und nicht zu kalkulieren sind, wurde auf ein Ereignis für deren Auswahl verzichtet. Die Auswahl einer LV-Position erzeugt das Ereignis *LVPos ausgewählt*, das wiederum den Prozeßschritt *Kalkulationszeile bearbeiten* startet. Mit dem Abschluß der Bearbeitung aller Kalkulationszeilen der Position tritt das Ereignis *Kalkulationszeilen bearbeitet* ein, das zur Spezifikation weiterer LV-Positionen führen kann. Der Teilprozeß wird beendet, sobald keine weiteren Positionen zu kalkulieren sind und somit das Ereignis *Herstellkosten vorbereitet* eintritt.

**Kalkulationszeile bearbeiten:** Der Prozeßschritt umfaßt die Tätigkeiten - wie Neuanlegen, Kopieren, Auswählen bzw. Löschen von Kalkulationszeilen. Gemäß dem Funktionsmodell stehen dazu im Modul *Kalkulation* die entsprechenden Elementarfunktionen zur Verfügung, deren Anwendung zum alternativen Eintreten der Ereignisse *KalkZeile neu angelegt*, *KalkZeile kopiert* bzw. *KalkZeile gelöscht* führt.

**UPosID festlegen:** Eine Kalkulationszeile entspricht einem Informationsobjekt, das im eERM durch die Entitytypen *KAUPos* oder *KAAnsatz* definiert wird (s. Abschnitt 6.4.3, „ERM *Projekt-LV, Kalkulation*“). Als Attribut jeder Kalkulationszeile wird durch eine Unterpositionskennung festgelegt, ob es sich um eine Unterposition oder Ansatzzeile handelt. Mit der Auswahl einer Kalkulationszeile tritt das Ereignis *UPos/Ansatzzeile ist festzulegen* ein, welches zum Prozeßschritt *UPosID festlegen* führt. Die Eingabe eines *UPosID*'s verzweigt den Prozeßablauf über den XOR-Operator A2.1.2. Ein bereits vorhandenes *UPosID* führt ebenfalls zur Verzweigung.

**UPosZeilenAttribute bearbeiten:** Das Ereignis *UPosZeilenAttribute sind zu bearbeiten* leitet einen Prozeßschritt ein, der eine Auswahl und Änderung von Attributfeldern einer Unterpositionszeile beinhaltet. Der Prozeßschritt vereinigt eine sich ggf. auch wiederholende Anwendung entsprechender Elementarfunktionen zur Auswahl und Änderung von Attributfeldern. Das Ereignis *UPosZeilenAttribute bearbeitet* tritt nach dem Verlassen der jeweiligen Unterpositionszeile ein und führt zum Prozeßschritt *Kalkulationszeile bearbeiten* zurück.

**Zeilentyp festlegen:** Der Prozeßschritt wird in Auswertung eines *UPosID*'s einer Kalkulationszeile mit dem Ereignis *Ansatzzeile Zeilentyp ist festzulegen* eingeleitet, das alter-

nativ - wenn kein *UPosID* vorliegt - eintritt und zur Bildung des Zeilentyps einer Ansatzzeile führt. Eine Eingabe oder Änderung eines Kennzeichens für den Zeilentyp bewirkt die Festlegung, daß eine Ansatzzeile als Kostenartenansatz, Geräteansatz, Hilfsrechnung oder Kommentarzeile deklariert wird. Infolge des entsprechenden Zeilentyps treten alternativ die Ereignisse *KOAZeile festgelegt*, *GZeile festgelegt* sowie *R/TZeile festgelegt* ein.

**KOA bestimmen:** Der Prozeßschritt folgt auf das Ereignis *KOAZeile festgelegt*. Der KOA-Schlüssel in einer Ansatzzeile entspricht einem Attribut des Entitytyps *KOAAnsatz*. Dieses Schlüsselattribut zeigt als Abbildung auf den Entitytyp *PKOA*. Auf Grund dieser Relation sind weitere Kostenarteninformationen - wie z.B. Bezeichnung, Währungseinheit, Verrechnungssatz - Bestandteile in einer Ansatzzeile. Der Prozeßschritt beinhaltet eine Eingabe bzw. Suche und Übernahme von Kostenarten aus Katalogen. Zur Unterstützung stellt der Funktionsbaum diesbezügliche Erfassungs- bzw. Suchfunktionen zur Verfügung, auf deren Präzisierung in einem Unterprozeß an dieser Stelle verzichtet wird.

**KOA Attribut ändern:** Durch die Eingabe eines noch nicht im Katalog vorhandenen KOA-Schlüssels sind dessen Kostenarteninformationen - wie z.B. Kurztext, KOA-Typ, die Währungseinheit usw. - zu bearbeiten. Der Prozeßschritt wird infolge des Ereignisses *KOA Attribut ist zu ändern* eingeleitet und schließt durch das Verlassen des Bearbeitungsdialogs mit dem Ereignis *KOA Attribut geändert* ab. Das Ereignis führt zum Prozeßschritt *KOA bestimmen* zurück, da die erfaßten Änderungen in der Kalkulation aktiviert werden und zu Anpassungen in der jeweiligen Ansatzzeile führen.

**Gerät auswählen:** Der Prozeßschritt folgt auf das Ereignis *GZeile festgelegt*. Der Geräte-Schlüssel einer Ansatzzeile entspricht einem Attribut des Entitytyps *GeräteAnsatz*. In Analogie zur KOA zeigt dieses Attribut als Abbildung auf den Entitytyp *PGerät*, welcher in Form von Gerätebausteinen zur Verwaltung von Geräteinformationen dient. Eine Spezifizierung der Gerätebearbeitung wurde in der formalen Beschreibung nicht vorgenommen, da diese in das Umfeld der Stammdatenaufbereitung fällt und insofern die Bauauftragsrechnung nur tangiert.

**Ansatz ZeilenAttribute bearbeiten:** Die alternativ eintretenden Ereignisse *KOA bestimmt* oder *Gerät ausgewählt* leiten diesen Prozeßschritt ein, der eine Auswahl und Änderung von Attributfeldern einer Kostenartenansatzzeile oder einer Gerätezeile beinhaltet. Zusätzlich werden in diesem Prozeßschritt durch die Anwendung entsprechender Elementarfunktionen zur Auswahl und Änderung weitere Attributfelder in einer Ansatzzeile - wie z.B. relative Menge, ME, Faktor, Kosten je ME - bearbeitet. Das Ereignis *Ansatz ZeilenAttribute bearbeitet* tritt nach dem Verlassen der jeweiligen Ansatzzeile ein und führt zum Prozeßschritt *KalkulationsZeile bearbeiten* zurück.

**R/TZeile bearbeiten:** Dieser Prozeßschritt folgt auf das Ereignis *R/TZeile festgelegt*. Diese Zeilentypen dienen im Bedarfsfall zur Unterstützung der Kalkulationsbearbeitung.

Eine T-Zeile ermöglicht eine Eingabe erläuternder Kommentartexte. Eine R-Zeile leitet eine Hilfsrechnung zur Vorermittlung abrufbarer Zwischenergebnisse, z.B. zur Berechnung relativer Mengen, Faktoren oder Divisoren für Leistungsansätze, ein.

Mit dem Schließen des Kalkulationsdialogs tritt das Ereignis *Herstellkosten vorbereitet* ein, das zum Verlassen des Teilprozesses *Herstellkosten kalkulieren* führt. Das Ereignis bildet den Ausgangspunkt für die Teilprozesse *Material anfragen* und *NU-Anfrage durchführen*, die dem Teilprozeß *Angebot erzeugen* vorangehen.

## 6.3 Funktionsmodell

### 6.3.1 Allgemeines

Im Kapitel „Methodik“ wurde ein Funktionsbaum, der eine Funktionsstruktur auf drei Ebenen definiert, für die Aufbereitung eines Funktionsmodells festgelegt. Die oberste Ebene faßt die Funktionen nach ihren sachbezogenen Eigenschaften - insbesondere im Hinblick auf zu bearbeitende Informationsobjekte - zu Modulen zusammen. Ein Modul entspricht somit einer verrichtungsorientierten Gruppierung von Funktionen, die eine direkte Zuordnung zu einem oder mehreren Prozeßschritten haben. Die unterste Ebene in der Hierarchie bildet die Elementarfunktionen ab, unter denen keine weitere Untergliederung notwendig ist.

Auf Grund der linkstotalen und rechtseindeutigen Relation zwischen der Menge aller Prozeßschritte und der Menge aller Funktionen sollen die beschriebenen Teilprozesse als Grundlage zur Auswahl der Funktionsbäume dienen. Als Auszug aus dem Gesamtmodell werden nachfolgend die Funktionsbäume der Module *ProjektStruktur*, *LV-Bearbeitung* und *Kalkulation* beschrieben. Aufgrund der o.g. Relation können zwischen den Funktionen der ausgewählten Module neben den Beziehungen zu Prozeßschritten der unter 6.2, „Prozeßmodell“ auszugsweise betrachteten Teilprozesse auch Beziehungen zu Prozeßschritten anderer Teilprozesse im Prozeßmodell vorliegen.

**Allgemeine und spezielle Funktionen:** Da die jeweilige Funktion in einem Prozeßschritt zur Ausführung kommt, wird der funktionale Charakter vom Hintergrund der Ziele im Prozeßschritt bestimmt. Im Funktionsbaum wurde bewußt auf die weitere Klassifizierung nach allgemeinen und speziellen Funktionen verzichtet, da der Funktionsbaum zur Darstellung der Zusammenfassung funktionaler Anforderungen dienen soll. Eine derartige Klassifizierung wäre nur im Zusammenhang mit der Bildung spezieller Dialogfunktionen während des Entwurfs einer Systemarchitektur von Bedeutung. Während sich allgemeine Funktionen - ähnlich Standardfunktionen - im Zusammenhang mit unterschiedlichen Informationsobjekten wiederholen, kommen spezielle Funktionen nur im Kontext bestimmter Tätigkeiten und Algorithmen, wie z.B. einem Phasenwechsel einer Projektphase zur Anwendung. Nachfolgend werden Eigenschaften allgemeiner Funktionen benannt.

**Informationsobjekt neu anlegen:** Ein Informationsobjekt wird durch einen Bearbeiter im Dialog neu erzeugt, wodurch die zugrunde liegende Datenbasis erweitert wird. Alle weiteren allgemeinen Funktionen sind auf dieses Objekt anwendbar. Der Funktionsbaum definiert *Informationsobjekt neu anlegen* als Elementarfunktion. Dabei bleibt die Frage - wie im konkreten Dialog gearbeitet wird - zunächst offen. Wenn z.B. der Dialog auf einer Tabellenbearbeitung beruht, lassen sich weitere Bearbeitungsfunktionen - wie *Zeile einfügen* oder *Zeile anfügen* - spezifizieren, was für das Funktionsmodell zunächst unerheblich ist.

**Informationsobjekt löschen:** Ein oder mehrere ausgewählte Informationsobjekte werden durch Dialogbearbeitung gelöscht, wodurch die Anzahl der Objekte des jeweiligen Entitytyps verringert wird. Alle weiteren Funktionen sind auf diese Objekte nicht mehr anwendbar. Es hängt von der Art der Datenbasis ab, ob das einzelne Objekt im Bedarfsfall „zurückgeholt“ werden kann. Die Funktion *löschen* wird im Funktionsmodell als Elementarfunktion definiert. Da die Informationsobjekte in der Regel in Beziehung zu anderen Informationsobjekten des selben oder anderer Entitytypen stehen, ist die Art dieser Beziehung entscheidend für eine Löschfunktion. Liegt eine existentielle Abhängigkeit zu Informationsobjekten anderer Entitytypen vor, werden die abhängigen Objekte in der Regel mit gelöscht. Ein Beispiel ist das Löschen einer LV-Gruppe, wodurch zugleich alle untergeordneten LV-Elemente sowie deren Kalkulationsansätze ebenfalls gelöscht werden. Hierbei wirken die hierarchischen Strukturen in der Informationsdefinition zum LV. Bei anderen existentiellen Abhängigkeiten zwischen Entitytypen sind z.B. durch Statusattribute in den Objekten Algorithmen zu steuern, welche die Ausführbarkeit von Löschfunktionen durch das System ggf. verhindern. So darf z.B. eine KOA im KOA-Katalog, die zu mehreren KOA-Ansatzzeilen in Beziehung stehen kann, nur gelöscht werden, wenn zuvor alle diese KOA verwendende KOA-Ansatzzeilen gelöscht wurden. Derartige Abhängigkeiten mit Einfluß auf eine Funktionsanwendung sind aus der Beziehung zum Prozeßschritt sowie den daraus resultieren Beziehungen zu Entitytypen und Organisationseinheiten zu erkennen. Da das Funktionsmodell der formalen Beschreibung eine Löschfunktionen ohne Entscheidungslogik definiert, sind zusätzliche Algorithmen möglich, welche die Funktionsanwendung im Kontext des Prozesses steuern.

**Informationsobjekt auswählen:** Derartige Funktionen wirken zumeist als Funktionsbündel mit dem Ziel, Objekte aus einer Datenbasis herauszusuchen und sie für eine Auswahl zu kennzeichnen bzw. zu markieren. Die entsprechenden Objekte werden durch die Funktionen nicht manipuliert. Sie unterstützen als Hilfsfunktionen die Vorbereitung weiterer Funktionen, wie z.B. *löschen* oder *kopieren*. Obwohl sich in den Dialogen zumeist weitere Unterfunktionen spezifizieren lassen, sollen *suchen* und *auswählen* im Funktionsmodell als Elementarfunktionen gelten.

**Informationsobjekt öffnen:** Ein ausgewähltes Informationsobjekt wird durch einen Bearbeiter geöffnet, d.h. die Manipulation in untergeordneter Beziehung stehender Informationsobjekte ist im selben oder einem speziellen Bearbeitungsdialog möglich.

**Informationsobjekt kopieren:** Ein oder mehrere ausgewählte Informationsobjekte werden durch Dialogbearbeitung kopiert. Es entstehen in einer ausgewählten Zielumgebung neue Informationsobjekte, deren Inhalt einem Abbild der Kopiervorlage entsprechen. Für den Typ des jeweiligen Informationsobjekts gelten spezifische Kopieroptionen, welche die zu kopierenden Attribute sowie Regeln für den Kopiervorgang im Voraus festlegen. Im *Modul LV-Bearbeitung* sind dies Optionen, wie z.B. OZ- und LV-Hierarchie beibehalten, Mengen kopieren, Positionsart kopieren, EP kopieren usw., die kein Schwerpunkt weiterer Betrachtungen einer formalen Funktionsbeschreibung sind.

### 6.3.2 Funktionsbaum *Modul ProjektStruktur*

Im Modul *ProjektStruktur* stehen sowohl spezielle als auch allgemeine Funktionen zur Verfügung. Die folgende Beschreibung beinhaltet eine Auswahl dieser Funktionen des Moduls. Den vollständigen Funktionsbaum zeigen die Abbildungen A.21 und A.22 im Anhang dieser Arbeit.

**ProjektVariante bearbeiten:** Diese Funktion steht in Beziehung zum gleichnamigen Prozeßschritt und unterstützt die Bearbeitung der Informationsobjekte vom Typ *ProjektVariante*, die als Elemente einer Projektstruktur durch den Entitytyp *ProjektVariante* im eERM definiert werden. Die Funktion untergliedert sich in die allgemeinen Elementarfunktionen *ProjektVariante neu anlegen*, *- löschen*, *- kopieren*, *- auswählen* sowie *- öffnen*, die in der nachfolgenden Tabelle 6.1 erläutert werden.

Elementarfunktionen	Beschreibung
<i>ProjektVariante neu anlegen</i>	Ein neues (leeres) Informationsobjekt vom Entitytyp <i>ProjektVariante</i> wird erzeugt.
<i>ProjektVariante löschen</i>	Ein ausgewähltes Informationsobjekt vom Entitytyp <i>ProjektVariante</i> sowie alle gemäß eERM in untergeordneter Beziehung stehenden Informationsobjekte werden gelöscht.
<i>ProjektVariante kopieren</i>	Ein oder mehrere ausgewählte Informationsobjekte vom Entitytyp <i>ProjektVariante</i> sowie alle gemäß eERM in untergeordneter Beziehung stehenden Informationsobjekte werden optional kopiert.
<i>ProjektVariante auswählen</i>	Ein oder mehrere Informationsobjekte vom Entitytyp <i>ProjektVariante</i> sowie alle gemäß eERM in untergeordneter Beziehung stehenden Informationsobjekte werden ausgewählt.
<i>ProjektVariante öffnen</i>	Ein ausgewähltes Informationsobjekt vom Entitytyp <i>ProjektVariante</i> wird in seiner Unterstruktur geöffnet.

Tabelle 6.1: Elementarfunktionen im *Modul ProjektStruktur*

**ProjektVariante Attribute bearbeiten:** Diese Funktion steht in Beziehung zum Prozeßschritt *ProjektVariante Attribute ändern* und unterstützt die Bearbeitung der Kopfinformationen einer Projektvariante. Die Elementarfunktionen *ProjektVariante Attribute auswählen* und *- ändern* kommen im Prozeßschritt ggf. wiederholend zur Ausführung, wenn mehrere Attributfelder zu bearbeiten sind. Die Änderungsfunktion schließt auch eine Erstbearbeitung mit ein.

**ProjektVariante Dokumente spezifizieren:** Die Funktion steht in Beziehung zum gleichnamigen Prozeßschritt und unterstützt mit den Elementarfunktionen *Projekt-LV auswählen* sowie *Vergabeeinheiten auswählen* die alternative Auswahl eines Informationsobjekts der Dokumentarten *Projekt-LV* bzw. *VergabeEinheiten* zwecks weiterer Bearbeitung. Eine Erweiterung des Umfangs an Elementarfunktionen zur Auswahl weiterer Dokumentarten ist an dieser Stelle möglich.

**Dokument Projekt-LV bearbeiten:** Die Funktion steht in Beziehung zum gleichnamigen Prozeßschritt und unterstützt die Bearbeitung eines Informationsobjekts *Projekt-LV*, das als Dokument der Projektstruktur im eERM einem Entity des Entitytyp *Projekt-LV* entspricht. Die Funktion untergliedert sich in die allgemeinen Elementarfunktionen *ProjektLV neu anlegen,- löschen,- kopieren,- auswählen* sowie *- öffnen*. Da für das LV Import- bzw. Exportverfahren existieren, stehen außerdem die speziellen Elementarfunktionen *ProjektLV importieren* sowie *- exportieren* zur Verfügung, die an dieser Stelle nicht weiter spezifiziert werden.

**Projekt-LV Kopf Attribute bearbeiten:** Die Funktion steht in Beziehung zum gleichnamigen Prozeßschritt und unterstützt die Bearbeitung der Kopfinformationen eines Projekt-LV's. Die Elementarfunktionen *Projekt-LV Kopf Attribut auswählen* und *- ändern* kommen im Prozeßschritt ggf. wiederholend zur Ausführung, wenn mehrere Attributfelder zu bearbeiten sind. Die Änderungsfunktion schließt auch eine Erstbearbeitung mit ein.

**Projekt-LV Struktur festlegen:** Die Funktion steht in Beziehung zum gleichnamigen Prozeßschritt und unterstützt die Strukturdefinition eines neu angelegten oder bereits vorhandenen Projekt-LV's. Die Elementarfunktionen *Projekt-LV Hierarchiestufe neu anlegen* und *- löschen* sind nur bei einem neu angelegten (leeren) Projekt-LV möglich. Eine Auswahl und Änderung von Hierarchiedefinitionen vorhandener Projekt-LV's beschränkt sich während der LV-Bearbeitung auf eine Anpassung von Stufenattributen - wie Bezeichnung und Schrittweite des Zählers der OZ.

**ProjektPhase bearbeiten:** Diese spezielle Funktion steht in Beziehung zum gleichnamigen Prozeßschritt und unterstützt den Phasenwechsel zum Übergang der Projektphasen. Da die jeweilige Projektphase einem spezifischen Status eines Projekts entspricht, ist ein Phasenwechsel einem Kopiervorgang des Gesamtprojekts einschließlich weiterer

interner Funktionalität - wie dem Setzen einer Festpreiskennung - verbunden. Die Elementarfunktion *Phase Auftrag erzeugen* leitet den Wechsel von Phase Angebot in die Phase Auftrag ein. Die Elementarfunktion *Phase Ausführung erzeugen* leitet den Wechsel von Phase Auftrag in die Phase Ausführung ein.

**Dokument VergabeEinheit bearbeiten:** Die Funktion steht in Beziehung zum gleichnamigen Prozeßschritt und unterstützt die Bearbeitung eines Informationsobjekts *VergabeEinheit*, das als Dokument der Projektstruktur durch den Entitytyp *VergabeEinheit* im eERM definiert wird. Die Funktion untergliedert sich in die allgemeinen Elementarfunktionen *VergabeEinheit neu anlegen*, - *löschen*, - *auswählen* sowie - *öffnen*.

### 6.3.3 Funktionsbaum *Modul LV-Bearbeitung*

Das *Modul LV-Bearbeitung* enthält sowohl spezielle als auch allgemeine Funktionen. Die folgende Beschreibung betrachtet eine Auswahl wesentlicher Funktionen des Moduls. Eine Abbildung des vollständigen Funktionsbaums befindet sich im Anhang unter A.23.

**Projekt-LV Element spezifizieren:** Die Funktion steht in Beziehung zu den Prozeßschritten *Projekt-LV bearbeiten* und *Herstellkosten kalkulieren*. Sie unterstützt mit den Elementarfunktionen *Projekt-LV auswählen*, *LVGruppe auswählen* sowie *LVPos auswählen* eine alternative Auswahl eines Informationsobjekts innerhalb eines geöffneten Projekt-LV's als Ausgangspunkt für weitere Prozeßschritte. Die jeweilige Auswahl eines LV-Elements gibt unter Berücksichtigung von Festlegungen zur LV-Hierarchie - wie die Anzahl der Stellen einer Hierarchiestufe, Zählmodus und Schrittweite - eine funktionale Vorgabe für die weitere Bearbeitung.

**LVGruppe Element bearbeiten:** Diese allgemeine Funktion steht in Beziehung zum gleichnamigen Prozeßschritt und unterstützt die Bearbeitung von Informationsobjekten, die im eERM durch den Entitytyp *LVGruppe* definiert werden. Die Tabelle 6.2 erklärt die zugehörigen Elementarfunktionen für Informationsobjekte vom Entitytyp *LVGruppe*.

**LVGruppe Attribute bearbeiten:** Diese Funktion steht in Beziehung zum gleichnamigen Prozeßschritt und unterstützt die Bearbeitung der Attributfelder eines Informationsobjekts vom Entitytyp *LVGruppe*. Die Elementarfunktionen *LVGruppe Attribut auswählen* und - *ändern* finden in diesem Prozeßschritt ggf. wiederholte Anwendung, wenn mehrere Attributfelder zu bearbeiten sind. Die Änderungsfunktion schließt auch eine Erstbearbeitung leerer Attributfelder mit ein.

**LVPos Element bearbeiten:** Diese allgemeine Funktion steht in Beziehung zum gleichnamigen Prozeßschritt und unterstützt die Bearbeitung von Informationsobjekten, die durch den Entitytyp *LVPos* im eERM definiert werden. Da es sich um eine allgemeine Funktion handelt, sind die untergeordneten Elementarfunktionen mit denen der Funktion *LVGruppe bearbeiten* in der Tabelle 6.2 vergleichbar. Im Gegensatz zur Bearbeitung

von LV-Gruppen existiert keine Elementarfunktion *LVPos öffnen*, da für eine LV-Position keine weitere Untergliederung im *Modul LV-Bearbeitung* vorliegt.

Elementarfunktionen	Beschreibung
<i>LVGruppe neu anlegen</i>	Ein neues (leeres) Informationsobjekt vom Entitytyp <i>LVGruppe</i> wird erzeugt, wobei die Ordnungszahl als Schlüssel entsprechend vorgegeben wird.
<i>LVGruppe löschen</i>	Ein ausgewähltes Informationsobjekt vom Entitytyp <i>LVGruppe</i> sowie alle gemäß eERM in untergeordneter Beziehung stehenden Informationsobjekte (wie <i>LVPos...</i> ) werden gelöscht.
<i>LVGruppe kopieren</i>	Ein oder mehrere ausgewählte Informationsobjekte vom Entitytyp <i>LVGruppe</i> sowie alle gemäß eERM in untergeordneter Beziehung stehenden Informationsobjekte werden in eine gewählte Zielumgebung optional kopiert.
<i>LVGruppe verschieben</i>	Ein oder mehrere ausgewählte Informationsobjekte vom Entitytyp <i>LVGruppe</i> sowie alle gemäß eERM in untergeordneter Beziehung stehenden Informationsobjekte werden in eine gewählte Zielumgebung optional verschoben.
<i>LVGruppe auswählen</i>	Ein oder mehrere Informationsobjekte vom Entitytyp <i>LVGruppe</i> sowie alle gemäß eERM in untergeordneter Beziehung stehenden Informationsobjekte werden zur weiteren Bearbeitung ausgewählt.
<i>LVGruppe öffnen</i>	Ein ausgewähltes Informationsobjekt vom Entitytyp <i>LVGruppe</i> wird in seiner Unterstruktur geöffnet.

Tabelle 6.2: Elementarfunktionen im *Modul LV-Bearbeitung*

**LVPos Attribute bearbeiten:** Diese Funktion steht in Beziehung zum gleichnamigen Prozeßschritt und unterstützt die Bearbeitung der Attributfelder eines Informationsobjekts vom Typ *LVPos*. Die Elementarfunktionen *LVPos Attribut auswählen* und *- ändern* finden im Prozeßschritt ggf. auch wiederholte Anwendung, wenn mehrere Attributfelder zu bearbeiten sind. Die Änderungsfunktion schließt auch eine Erstbearbeitung von leeren Attributfeldern mit ein.

Zu erwähnen ist, daß Attributfelder im Bedarfsfall weitere spezielle Dialogfunktionen aufrufen können. Diese funktionale Dynamik wurde im Funktionsbaum jedoch nicht spezifiziert. Ein Beispiel hierfür ist die Suche und Übernahme katalogisierter Attributausprägungen wie Kostengliederungsnummern oder Leistungsbereiche in entsprechenden Katalogen, welche in die formale Beschreibung nicht einbezogen wurden. Als anderes Beispiel sei der Start der Mengenermittlung aus dem Attributfeld *LV-Menge* genannt.



### 6.3.4 Funktionsbaum *Modul Kalkulation*

Das *Modul Kalkulation* umfaßt sowohl spezielle als auch allgemeine Funktionen. Die folgende Betrachtung stellt eine Auswahl wesentlicher Funktionen dieses Moduls vor. Die zugehörige Abbildung des vollständigen Funktionsbaums befindet sich im Anhang A.25.

**Projekt-LV Element spezifizieren:** Diese Funktion steht in Beziehung zum Prozeßschritt *Projekt-LV Element spezifizieren* im Teilprozeß *Herstellkosten kalkulieren*. Sie unterstützt im *Modul Kalkulation* innerhalb eines geöffneten Projekt-LV's die Auswahl eines Informationsobjektes als Ausgangspunkt für weitere Prozeßschritte. Dazu stehen die Elementarfunktionen *Projekt-LV auswählen*, *LVGruppe auswählen* und *LVPos auswählen* zur Verfügung. Die Möglichkeit zur Bearbeitung von Kalkulationszeilen besteht nur bei Auswahl einer LV-Position, andernfalls nur zur Anzeige von Kalkulationsinformationen der LV-Guppen oder des Projekt-LV's, was das Funktionsmodell nicht explizit ausweist.

**KalkulationsZeile bearbeiten:** Diese Funktion steht in Beziehung zum Prozeßschritt *KalkulationsZeile bearbeiten* und unterstützt mit den Elementarfunktionen *KalkZeile neu anlegen*, *- löschen*, *- kopieren* bzw. *-auswählen* die Bearbeitung von Kalkulationszeilen als Informationsobjekte, die im eERM durch die Entitytypen *KA UPos* oder *KA Ansatz* definiert werden (s. Abschnitt 6.4.3, „ERM *Projekt-LV, Kalkulation*“).

**UPosID festlegen:** Diese Funktion steht in Beziehung zum Prozeßschritt *UPosID festlegen*. Die zugehörige Elementarfunktion *UPosID ändern* unterstützt die Eingabe bzw. Änderung einer Unterpositions-Kennung. Dagegen erzeugt die Elementarfunktion *UPosID löschen* eine leere Kalkulationszeile, die einer Ansatzzeile entspricht und deren Zeilentyp anschließend festgelegt werden kann.

**UPosZeilenAttribute bearbeiten:** Die Funktion steht in Beziehung zum Prozeßschritt *UPosZeilenAttribute bearbeiten*. Sie umfaßt die Elementarfunktionen *UPosZeilenAttribute auswählen* und *- ändern*. Die Zeilen-Attribute spezifizieren eine Unterposition mit einem beschreibenden Kurztext sowie einer relativen bzw. absoluten Unterpositionsmenge.

**Zeilentyp festlegen:** Diese Funktion steht in Beziehung zum Prozeßschritt *Zeilentyp festlegen* und wird durch die Elementarfunktionen *Zeilentyp auswählen* bzw. *Zeilentyp ändern* untergliedert. Die Festlegung des Zeilentyps einer Ansatzzeile ist erforderlich, da durch den Zeilentyp der weitere Prozeßablauf und die mögliche Funktionalität im Teilprozeß gesteuert werden. So wird z.B. durch Festlegung des Zeilentyps *KOAZeile* vorgegeben, daß zwangsweise die Funktion *KOA-Schlüssel bestimmen* folgen muß. Wurde z.B. als Zeilentyp eine *GZeile* festgelegt, folgt zwangsweise die Funktion *GeräteSchlüssel auswählen*. Der Zeilentyp *R/TZeile* ruft die Funktionalität zur Eingabe und Änderung von Rechenzeilen oder Kommentarzeilen auf.

**KOASchlüssel bestimmen:** Diese Funktion steht in Beziehung zum Prozeßschritt *KOA bestimmen* und beinhaltet die Elementarfunktionen *KOASchlüssel suchen*, - *auswählen* und - *erfassen*. Die Elementarfunktionen zur Suche und Auswahl werden durch eine eigenständige Auswahlfunktionalität unterstützt, die im Funktionsmodell nicht explizit spezifiziert wurde. Die Erfassung eines KOA-Schlüssels führt zur Prüfung im *ProjektKOA Katalog*. Ist die entsprechende KOA vorhanden, werden deren entsprechende KOA-Informationen als Attribute in der Ansatzzeile abgebildet. Liegt der erfaßte KOA-Schlüssel im *ProjektKOA Katalog* nicht vor, folgt der Aufruf der Funktion *KOA Attribute bearbeiten*.

**GeräteSchlüssel bestimmen:** Diese Funktion steht in Beziehung zum Prozeßschritt *Gerät bestimmen* und beinhaltet die Elementarfunktionen *GerätSL suchen* und - *auswählen*. Diese Elementarfunktionen zur Suche und Auswahl werden durch eine eigenständige Auswahlfunktionalität unterstützt, die im Funktionsmodell nicht spezifiziert wurde. Die Erfassung eines Geräte-Schlüssels führt zur Prüfung im *ProjektGeräte Katalog*. Auf eine Funktion zur Erfassung neuer Geräte wurde in der formalen Beschreibung ebenfalls verzichtet.

**Ansatz ZeilenAttribute bearbeiten:** Diese Funktion steht in Beziehung zum Prozeßschritt *Ansatz ZeilenAttribute bearbeiten*. Die zugehörigen Elementarfunktionen *Ansatz ZeilenAttribut auswählen* bzw. - *ändern* sind die Bearbeitungsfunktionen der Attribute einer Ansatzzeile - wie z.B. Leistungsansatz, Faktor oder Verrechnungssatz - für einen KOA- bzw. Geräte-Ansatz.

**R/TZeile bearbeiten:** Diese Funktion steht in Beziehung zum Prozeßschritt *R/TZeile bearbeiten*. Die zugehörigen Elementarfunktionen *R/TZeile auswählen* bzw. - *ändern* sind die Bearbeitungsfunktionen einer Rechenzeile bzw. eines Textkommentars. Eine Rechenzeile entspricht einer Vorermittlung, deren Ergebnis als Attributwert z.B. als relative Menge (Vordersatz) in einer Ansatzzeile dienen kann.

**LVPos Attribute bearbeiten:** Diese Funktion steht in Beziehung zum Prozeßschritt *LVPos Attribute bearbeiten* und enthält im Kontext des *Moduls Kalkulation* nur die Elementarfunktion *LVPos Attribut VA-Menge bearbeiten*, welche eine Anpassung der VA-Menge in einer LV-Position ermöglicht. Eine Bearbeitung weiterer Attribute einer LV-Position sind im *Moduls Kalkulation* nicht erforderlich.

## 6.4 Informationsmodell

### 6.4.1 Allgemeines

Die formale Aufbereitung des Informationsmodell umfaßt die wesentlichen Informationsdefinitionen aus dem fachlichen Umfeld der Bauauftragsrechnung. Entsprechend der fest-

gelegten Methodik des eERM werden Entitytypen und deren Beziehungselemente dargestellt. Dabei erfolgt die Modellierung der Informationen ohne weitere Untergliederung auf einer einzigen Detaillierungsebene. Zur besseren Übersichtlichkeit wurde das Gesamtmodell in folgende fachspezifische Teilmodelle aufgegliedert:

- **ProjektVerwaltung, ProjektStruktur**
- **Vergabeeinheiten, VENU-LV, Preisspiegel**
- **RE/LE-Mengen, Mengenermittlung**

Die folgenden Abschnitte beschreiben als Auszug die Modelldefinitionen ERM *ProjektVerwaltung*, *ProjektStruktur* sowie ERM *Projekt-LV*, *Kalkulation*. Die grafische Darstellung aller o.g. Teilmodelle befindet sich in den Abbildungen A.30 bis A.33 im Anhang.

#### 6.4.2 ERM *ProjektVerwaltung*, *ProjektStruktur*

Die Abbildung A.30 im Anhang zeigt als Teilmodell das Entity Relationship Model *ProjektVerwaltung*, *ProjektStruktur*, welches die Definitionen der Projektverwaltung und der Informationen innerhalb einer Projektstruktur enthält. Aus diesem Teilmodell werden nachfolgend die wesentlichen Entitytypen und ihre Beziehungstypen betrachtet.

**ProjektBereich:** Mit dem Entitytyp *ProjektBereich* wird die strukturierte Verwaltung aller als EDV-Projekte vorliegenden Bauprojekte definiert, so daß jedes Projekt innerhalb der Projektverwaltung eine Zuordnung zu einem Projektbereich hat. Die mögliche Anzahl der Projektbereiche ist dabei flexibel. Im Ergebnis einer Implementierung kann ein Projektbereich einem Verzeichnis in einer Datenbank entsprechen. Der Entitytyp *ProjektBereich* steht in rechtstotaler Relation zum Entitytyp *Projekt*.

**Projekt:** Der Entitytyp *Projekt* definiert das Projekt als oberste Ebene (Wurzel) einer hierarchischen Projektstruktur. Aufgrund der o.g. Relation ist jedes Entity vom Typ *Projekt* genau einem Entity vom Typ *ProjektVerwaltung* zugeordnet. Insofern steht ein Entity vom Entitytyp *Projekt* in existentieller Abhängigkeit zu einem Entity vom Entitytyp *ProjektBereich*, was durch den Beziehungstyp *BereichProjekt* zum Ausdruck kommt. Dabei kann ein Entity vom Typ *ProjektBereich* minimal keine und maximal beliebig viele Entities vom Typ *Projekt* verwalten. Jedes Entity vom Typ *Projekt* ist zwangsweise immer mit einem Entity *ProjektBereich* verbunden, d.h. ein Projekt kann nicht ohne einen Projektbereich existieren.

**ProjektKopf:** Der Entitytyp *ProjektKopf* steht ebenfalls in Beziehung zum Entitytyp *Projekt*. Es handelt sich hierbei um eine 1:1-Beziehung. Jedes Projekt hat zwangsweise immer Projektkopfinformationen - wie z.B. Projektleiter, Projektstatus, Baubeginn usw. Es besteht die Möglichkeit, daß Kopfinformationen durch die Auswertung der Informationen anderer Entitytypen gebildet werden, was aus dieser Modelldarstellung nicht hervorgeht.

**ProjektVariante:** Der Entitytyp *ProjektVariante* definiert ein übergeordnetes Strukturelement in der Projektstruktur und steht in 1:1-Beziehung zum Entitytyp *ProjektVarianteAttribute*, dessen Attribute die Grundinformationen einer möglichen Projektvariante - wie z.B. AG-Adresse, Angebots- oder Auftragssumme, Kostenträger usw. - verwalten. Jedes Projekt hat während einer Angebotsphase mindestens eine Grundvariante und maximal beliebig viele weitere Projektvarianten, z.B. für Sondervorschläge, was durch den Beziehungstyp *ProjektVariante* ausgedrückt wird. Ein Entity vom Typ *ProjektVariante* ist immer existenzabhängig von einem Entity des Typs *Projekt*.

Weitere Entitytypen, die mit dem Entitytyp *ProjektVariante* in existenzabhängiger Beziehung stehen sind *Projekt-LV*, *RE/LE-Mengen* und *VergabeEinheiten*. Die bereits erwähnten Teilmodelle A.31 bis A.33 behandeln diese Entitytypen ausführlich. Aus der Perspektive des Entitytyps *ProjektVariante* können mit Ausnahme des Entitytyps *VergabeEinheiten* jeweils minimal keine bzw. maximal beliebig viele der genannten Entitytypen eine Beziehung haben. Somit sind mehrere Projekt-LV's und Dokumente zur Verwaltung von RE/LE-Mengen möglich. Der Entitytyp *VergabeEinheiten* steht in einer 1:1-Beziehung zum Entitytyp *ProjektVariante*, d.h. es kann nur ein Entity dieses Typs existieren.

**ProjektKataloge:** Dieser Entitytyp steht in einer 1:n-Beziehung zum Entitytyp *Projekt*. Unter dem Entitytyp *ProjektKataloge* werden alle projektspezifisch-katalogisierten Informationen zusammengefaßt. Projektkataloge wurden bereits im Abschnitt 4.3.3, „Kataloge“ erwähnt. Sie lassen sich weiter spezifizieren, was im ERM durch die Spezialisierung *sind* ausgedrückt wird. In diesem Teilmodell werden nur die Projektkataloge *ProjektKOA-Katalog*, *ProjektGeräteKatalog* und *ProjektFormelKatalog* abgebildet, da nur diese Kataloge in den anderen Teilmodellen der formalen Beschreibung zur Anwendung kommen. Ein für die Praxis erweitertes Modell müßte weitere Projektkataloge z.B. für Adressen, Teilleistungen, Mengeneinheiten und Währungen enthalten, die aus Übersichtsgründen in dieser Arbeit nicht betrachtet werden. Der Entitytyp *ProjektKOA-Katalog* definiert den projektspezifischen Kostenartenkatalog. Die Informations- und Strukturdefinitionen von Projekt-Kostenarten abstrahiert der Entitytyp *PKOA*, der im Anhang unter A.31 im Zusammenhang mit einem KOA-Ansatz abgebildet wurde. Der Entitytyp *ProjektGeräteKatalog* definiert die Informationen der in der Kalkulation verwendbaren Baugeräte, die z.B. als Gerätebausteine vorliegen können. Auf eine Spezifizierung von Gerätebausteinen wurde in dieser Arbeit aus Übersichtsgründen verzichtet. Der Entitytyp *ProjektFormelKatalog* definiert den Inhalt und die Struktur von Formeln für die Mengenermittlung.

**GU-Nachtrag:** Der Entitytyp *GU-Nachtrag* ist eine Informationsdefinition zur GU-seitigen Nachtragsverwaltung. Diese Informationsdefinition ermöglicht für eine Projektvariante, die einen GU-Auftrag verwaltet, GU-seitige Nachträge zu erfassen und zu bewerten. Die Entities entsprechen GU-Nachträgen, die in Beziehung zu speziell gekennzeichneten LV-Positionen (Nachtragspositionen) im Projekt-LV stehen, was der Beziehungstyp *Projekt-LVPos GU-Nachtrag* im Teilmodell A.31 ausdrückt. Der Entitytyp steht in existentieller Abhängigkeit zu einer Projektvariante. Es sind beliebig viele Entities vom Typ *GU-Nachtrag* zu einem Entity *ProjektVariante* möglich.

Das vorgestellte Teilmodell ERM *ProjektVerwaltung*, *ProjektStruktur* bildet den Ausgangspunkt für alle weiteren Teilmodelle, so auch das o.g. Teilmodell ERM *Projekt-LV*, *Kalkulation*, das der folgende Abschnitt betrachtet.

### 6.4.3 ERM *Projekt-LV*, *Kalkulation*

Das Teilmodell definiert die wesentlichen Informationen, die zu einer Angebots- bzw. Auftragsbearbeitung notwendig sind. Ausgangspunkt einer hierarchischen Informationsstruktur ist der Entitytyp *Projekt-LV*, der die oberste Ebene definiert. Weitere Gruppierungen von Entitytypen, die mit dem Entitytyp *Projekt-LV* in untergeordneter Beziehung stehen, gehören zur Kalkulation sowie zur Mengenermittlung. Die Abbildung A.31 im Anhang zeigt Entitytypen zum *Projekt-LV*, zur Kalkulation und zur Umlage, die den Kern der Informationsdefinition zur Bauauftragrechnung bilden.

**Projekt-LV:** Dieser im vorherigen Abschnitt 6.4.2 bereits erwähnte Entitytyp definiert ein Strukturelement *Projekt-LV*, das zugleich Wurzelement innerhalb einer hierarchischen LV-Struktur ist. Zur Erweiterung der Informationsdefinition besteht eine 1:1-Beziehung zum Entitytyp *Projekt-LVKopf Attribute*, welcher die sog. „Kopfattribute“ zu einem *Projekt-LV* - wie z.B. LV-Typ, Währungseinheit, Sperrkennzeichen usw. - definiert. Der Entitytyp *Projekt-LV* steht mit der Kardinalität  $0,n$  in Beziehung zum Entitytyp *Projekt-LVGruppe*, d.h. zu jedem Entity vom Typ *Projekt-LV* kann es mehrere LV-Gruppenstufen geben und umgekehrt muß ein Entity vom Typ *Projekt-LVGruppe* immer zu einem Entity *Projekt-LV* gehören, wodurch eine existentielle Abhängigkeit zum jeweiligen Entity vom Typ *Projekt-LV* vorliegt. Mit dem Beziehungstyp *Projekt-LVHierarchie* wird festgelegt, daß jedes *Projekt-LV* aus mindestens einer LV-Hierarchiestufe bestehen muß. Die maximal mögliche Anzahl der Hierarchiestufen wird durch die zur Zeit gültigen GAEB-Regeln vorgegeben.

**Projekt-LVGruppe:** Ein Entity vom Typ *Projekt-LVGruppe* existiert im logischen Gebilde einer Gruppenstruktur, was der Beziehungstyp *Projekt-LVGruppe Struktur* ausdrückt. Da eine LV-Gruppenstruktur immer hierarchisch aufgebaut ist, organisiert der Beziehungstyp *Projekt-LVGruppe Struktur* die Beziehung eines Entity *Projekt-LVGruppe* zum jeweils übergeordneten und zu allen jeweils untergeordneten Elementen der LV-Hierarchie. Diesen Sachverhalt drücken auch die entsprechenden Kardinalitäten aus, d.h. ein untergeordnetes Entity vom Typ *Projekt-LVGruppe* muß immer zwangsweise zu einer übergeordneten *Projekt-LVGruppe* in Beziehung stehen und eine übergeordnete *Projekt-LVGruppe* kann theoretisch beliebig viele untergeordnete Entities vom Typ *Projekt-LVGruppe* haben.

Ein Entity vom Typ *Projekt-LVGruppe* kann zu einem Entity vom Typ *Projekt-LV* gehören. Die bereits betrachtete Gruppenstruktur ergibt streng genommen, daß nicht jedes Entity *Projekt-LVGruppe* mit einem Entity *Projekt-LV* in direkter Beziehung steht. Der Beziehungstyp *Projekt-LV Gruppe* wirkt nur auf der höchsten Hierarchieebene direkt und ansonsten in einer Verkettung auf die untergeordneten Elemente der Gruppenstruktur nur

indirekt. Die am Entitytyp *Projekt-LVGruppe* abgebildete Kardinalität *1,1* kann hier nur die existentielle Abhängigkeit eines Entity auf der höchsten Hierarchieebene ausdrücken.

Der Beziehungstyp *Projekt-LVGruppeHierarchie* bildet die Beziehung zwischen dem Entitytyp *Projekt-LVHierarchie* und dem Entitytyp *Projekt-LVGruppe* ab, wobei jedes Entity vom Typ *Projekt-LVGruppe* existentiell abhängig ist von einem Entity des Typs *Projekt-LVHierarchie*. Mit anderen Worten, gehört jedes Element der LV-Strukturdefinition immer zu einer LV-Hierarchiestufe.

**Projekt-LVHierarchie:** Der Entitytyp *Projekt-LVHierarchie* abstrahiert die Definition der LV-Hierarchie (gemäß zur Zeit gültigen GAEB-Regeln). Hierbei entsprechen die Entities den einzelnen Hierarchiestufen - wie z.B. Abschnitt, Los, Gewerk oder Titel. Ein Entity vom Typ *Projekt-LVHierarchie* kann mit einem oder mehreren Entities der Typen *Projekt-LVGruppe* oder *Projekt-LVPos* in Beziehung stehen. Der Beziehungstyp *Hierarchie Projekt-LVPos* legt fest, daß die LV-Stufe Position, die analog zur LV-Gruppe auch eine Hierarchiestufe darstellt, nach vorgegebenen Regeln - wie z.B. Anfangswerte, Schrittweite usw. - zu bilden ist.

**Projekt-LVPos:** Der Entitytyp *Projekt-LVPos* abstrahiert die Informationsdefinition der LV-Positionen im Projekt-LV, mit denen die Beschreibung der Teilleistungen erfolgt. Neben der Beziehung zum Entitytyp *Projekt-LVGruppe* steht der Entitytyp *Projekt-LVPos* - ausgedrückt durch die Beziehungstypen *PosUPos* sowie *PosUmlage* - in Beziehung zur Kalkulation bzw. Umlage. Eine weitere Beziehung vom Entitytyp *Projekt-LVPos* existiert über den uminterpretierten Beziehungstyp *Projekt-LVPosGU-Nachtrag* zum o.g. Entitytyp *GU-Nachtrag*, wodurch eine Zuordnung möglicher GU-Nachträge zu LV-Positionen zum Ausdruck kommt. Da sich aus der Beziehung *Projekt-LVPosGU-Nachtrag* auch Steuerungsinformationen zur Nachtragsbewertung ableiten lassen, wurde die spezielle Form eines uminterpretierten Beziehungstyps gewählt, wobei im Teilmodell keine diesbezügliche Präzisierung erfolgt.

**KAUPos:** Der Entitytyp *KAUPos* gehört zur Definition der Kalkulationsinformationen. Bei der Modellierung der Informationsstrukturen steht die Definition der Entitytypen für die Kalkulation im Zusammenhang mit dem Projekt-LV. Deshalb besteht im vorliegenden ERM eine existenzabhängige Beziehung zwischen dem Entitytyp *PosUPos* zum Entitytyp *Projekt-LVPos*. Mit dem Entitytyp *KAUPos* erfolgt die Unterpositionsdefinition. Eine Unterposition entsteht in der Regel durch Zerlegung einer zu erbringenden Teilleistung in verschiedene Arbeitsgänge, so daß die EKT einer LV-Position durch mehrere Unterpositionen kalkuliert werden können. Insofern kann ein Entity vom Typ *Projekt-LVPos* mit mehreren Entities vom Typ *KAUPos* in Beziehung stehen.

Um eine Kalkulation unabhängig von inhaltlichen Gegebenheiten einer Teilleistung bearbeiten zu können, sind Unterpositionsstrukturen möglichst flexibel, ggf. auch auf mehreren Hierarchieebenen, zu definieren. Der Beziehungstyp *UPosStruktur* soll eine mögliche Unterpositionsstruktur verdeutlichen. Dabei steht ein untergeordnetes Element immer zwangsweise zu einem übergeordneten in Beziehung. In einer Unterpositionsstruktur

können übergeordnete Elemente - ausgedrückt durch die Kardinalität  $0, n$  - durch mehrere untergeordnete Elemente verfeinert werden.

Ein Entity vom Typ *KAUPos* kann zu einem Entity *Projekt-LVPos* gehören. Die bereits beschriebene mögliche Unterpositionshierarchie ergibt streng genommen, daß nicht jedes Entity *KAUPos* mit einem Entity *Projekt-LVPos* in direkter Beziehung steht. Der Beziehungstyp *PosUPos* wirkt also nur auf der höchsten Hierarchieebene direkt und ansonsten in einer Verkettung auf die untergeordneten Unterpositionen nur indirekt. Die zu einem Entity vom Typ *KAUPos* abgebildete Kardinalität  $1, 1$  kann hier nur die existentielle Abhängigkeit einer Unterposition auf der höchsten Hierarchieebene ausdrücken.

Mit dem Beziehungstyp *UPosAnsatz* besteht eine weitere Beziehung von *KAUPos* zum Entitytyp *KAAnsatz*. Da Unterpositionen innerhalb einer Unterpositionsstruktur existieren, kann diese Beziehung auf jeder Hierarchieebene vorkommen. Die Kardinalität  $0, n$  an *KAUPos* drückt aus, daß entweder keine oder mehrere Entities vom Typ *KAAnsatz* in Beziehung zu einem Entity vom Typ *KAUPos* stehen, d.h. es können auch Unterpositionen vorkommen, die keine Ansatzzeilen haben.

**KAAnsatz:** Der Entitytyp *KAAnsatz* stellt eine Generalisierung aus den Entitytypen *KOAAnsatz*, *GeräteAnsatz* und *R/TZeile* dar. Mit diesem Entitytyp lassen sich die Informationen der Ansatzzeilen einer Kalkulation zur Ermittlung der Einzelkosten der Teilleistungen (EKT, siehe Abschnitt 2.4.2, „Kosten“) abbilden. Die Möglichkeit, daß Ansatzzeilen auch ohne Unterpositionen, also direkt an der LV-Position vorkommen können, soll im Teilmodell vernachlässigt werden. Deshalb wurde *KAAnsatz* mit der Kardinalität  $1, 1$  in der Beziehung *UPosAnsatz* definiert. Jeder Ansatz steht immer mit einem Entity des Typs *KAUPos* in Beziehung.

**KOAAnsatz:** Als Spezialisierung von *KAAnsatz* repräsentiert dieser Entitytyp den Kostenartenansatz. Entsprechend der Kardinalität  $1, 1$  enthält jede KOA-Ansatzzeile genau eine projektspezifische Kostenart, was im Teilmodell durch den Entitytyp *PKOA* zum Ausdruck kommt. Der Beziehungstyp *KOAAnsatz PKOA* legt fest, daß zu einem KOA-Ansatz immer ein Entity vom Typ *PKOA* gehört.

**PKOA:** Der Entitytyp *PKOA* definiert gleichzeitig die Kostenartenstruktur, in der bestimmte Entities in einer hierarchischen Beziehung, ausgedrückt durch den Beziehungstyp *PKOAStruktur*, zueinander stehen. Die oberste Ebene in der Kostenartenstruktur definiert die Hauptkostenarten.

Die Beziehung *KatalogPKOA* besagt, daß ein Entity vom Typ *PKOA* immer zum Entitytyp *ProjektKOA**Katalog* gehört, d.h. die Kostenart in einer Ansatzzeile ist gleichzeitig im Kostenartenkatalog des Projekts hinterlegt. Deshalb steht am Entitytyp *PKOA* hierfür die Kardinalität  $1, 1$ . Der Entitytyp *ProjektKOA**Katalog* kann mit beliebig vielen Entities vom Typ *PKOA* in Beziehung stehen, was durch die Kardinalität  $0, n$  zum Ausdruck kommt.

**GeräteAnsatz:** Als Spezialisierung von *KAAnsatz* abstrahiert dieser Entitytyp eine Gerätedefinition. Jede Ansatzzeile enthält projektspezifische Geräteinformationen, welche der Entitytyp *PGerät* abbildet. In der Modelldarstellung drückt die Beziehung *KatalogPGerät* zwischen den Entitytypen *PGerät* und *ProjektGeräteKatalog* aus, daß die Geräteinformationen einer Ansatzzeile - wie Geräteschlüssel, Gerätebezeichnung, Verrechnungssatz usw. - durch einen Gerätekatalog zur Verfügung gestellt werden. Der Entitytyp *ProjektGeräteKatalog* kann mit beliebig vielen Entities vom Typ *PGerät* in Beziehung stehen, was die Kardinalität  $0,n$  angibt. Jedes Entity vom Typ *PGerät* existiert immer in einer 1:1-Beziehung zum *ProjektGeräte Katalog*, deshalb die Kardinalität  $1,1$ . Da die katalogisierten Geräteinformationen zwar sehr komplex aber für die Problemstellung dieser Arbeit von sekundärer Bedeutung sind, kann auf eine weitere Spezifizierung der Entitytypen *PGerät* und *ProjektGeräteKatalog* im Informationsmodell verzichtet werden.

**R/TZeile:** Dieser Entitytyp qualifiziert ein Entity vom Typ *KAAnsatz* als Rechen- bzw. Textzeile. Mit dieser Informationsdefinition - in der Regel eine (frei) erfassbare Zeichenkette - werden Unterpositionen oder Kalkulationsansätze durch Rechenansätze oder Kommentare ergänzend unterstützt. Als Ergebnis einer Rechenzeile entsteht ein Hilfswert, auf den von Wertefeldern anderer Unterpositions- bzw. Ansatzzeilen eine Referenz bestehen kann.

**Umlage:** Dieser Entitytyp wird in das Teilmodell eingeführt, um die Menge möglicher Preisbildungen zu definieren. Dem im vorliegenden ERM nicht spezifizierten Algorithmus der Preisbildung liegt das in den Abschnitten 2.4.5, „Berechnung einer Angebotssumme“ und 2.4.6, „Bildung der Einheitspreise“ vorgestellte Umlageverfahren zugrunde, welches die Berechnungsgrundlage der BGK- und Endzuschläge sowie der Angebotssumme und EP's umfaßt. Entities vom Typ *Umlage* stehen über *PosUmlage* in Beziehung zum Entitytyp *Projekt-LVPos*. Der EP jeder LV-Position kann aus einer „aktiven“ Umlage berechnet werden, wobei mehrere dieser Umlagen als Varianten zur Auswahl stehen. Die Kardinalität  $0,n$  am Entitytyp *Umlage* soll diesen Sachverhalt verdeutlichen. Der Entitytyp *Umlage* steht in einer Beziehung *UmlZeile* zum Entitytyp *UmlageKOAZeile*. Damit kommt zum Ausdruck, daß für ein Entity *Umlage* mehrere Kostenartenzeilen existieren.

**Umlage KOAZeile:** Dieser Entitytyp definiert eine Umlagezeile, die in der Regel die Summe kalkulierter Kosten bezogen auf eine Kostenart abbildet, und zu der Zuschläge und Umlagewerte bearbeitet werden können. Zur Ermittlung der kalkulierten Kosten existiert zwischen den Entitytypen *Umlage KOAZeile* und *KAAnsatz* die Beziehung *UmlageAnsatz*. Damit ist eine Ermittlung der Kostensummen aus den Kalkulationsansätzen für die Entities vom Typ *UmlageKOAZeile* möglich. Auf eine weitere Vertiefung der Informationsstrukturen des ansonsten komplexen Umlageverfahrens kann an dieser Stelle verzichtet werden, da es sich vorrangig um einen abgeschlossen Berechnungsvorgang handelt.



### 6.4.4 Attribute im Informationsmodell

Die Definitionen der Entitytypen im ERM basieren auf Gruppierungen von Informationen, die sich aus dem fachlichen Umfeld der Bauauftragsrechnung ergeben. Die inhaltlichen Merkmale bzw. Eigenschaften, die diese Informationsdefinitionen beschreiben, kommen für einen Entitytyp durch entsprechende Attribute zum Ausdruck. Im Informationsmodell hat jeder Entitytyp seine individuelle Attributdefinition, deren Darstellung entsprechend dem Abschnitt 5.2.4, „Informationsmodell“, Abbildung 5.4 in einem Attributzuordnungsdiagramm erfolgt. Die Spezifizierung der Attribute bildet eine wesentliche Grundlage für eine Implementierung der Informationsdefinitionen in einer Fachapplikation, insbesondere für ein diesbezügliches Datenbankschema. Da eine vollständige Darstellung der Attributzuordnungen aller Entitytypen sehr umfangreich ist, zeigen die Abbildungen A.34 und A.35 in dieser Arbeit nur einen beispielhaften Auszug wesentlicher Attributdefinitionen der entsprechenden Teilmodelle.

## 6.5 Organisationsmodell

Die Zielstellung im Abschnitt „Organisationsmodell“ besteht in der formalen Aufbereitung einer Organisationssicht für ein Bauunternehmen. Da sich eine Organisationssicht immer auf die Organisationsstruktur einer konkreten Baufirma bezieht, kann ein erstelltes Organisationsmodell keine verallgemeinerte Gültigkeit haben. Im Gegensatz zum Prozeßmodell, Funktionsmodell und Informationsmodell, die innerhalb der formalen Beschreibung rein fachlichen Modellsichten der Bauauftragsrechnung entsprechen, trägt das Organisationsmodell firmenspezifische Züge und ist in dieser Arbeit als Beispiel anzusehen. Gemäß der methodischen Vorgaben im Abschnitt 5.2.5, „Organisationsmodell“ liegt dieses Modell in Form eines Organigramms vor. Die grafische Aufbereitung dieses Organigramms befindet sich im Anhang unter der Abbildung A.36.

**Ebenen der Organisationsstruktur:** Die abgebildete Organisationsstruktur der Beispielfirma ist dreistufig und besteht aus den Ebenen Leitung, Gruppen und Stellen. Eine Festlegung dieser Ebenen spiegelt die Aufbauorganisation im Unternehmen mit ihren Kommunikations- und Weisungsbeziehungen wieder. Die jeweiligen Organisationseinheiten sind Strukturelemente dieser Ebenen. Die Ebenen der Leitung und Stellen haben eine Zuordnung zu konkreten Personalpositionen. Die Ebene der Gruppen faßt Fachbereiche und Fachgebiete zusammen, in denen Organisationseinheiten der Ebene der Stellen vorrangig verrichtungsorientiert zusammengeführt werden. Mit der Zuordnung zu einem Fachbereich enthält eine Organisationseinheit eine Rollenzuweisung, die z.B. auf einem Funktionsplan basieren kann.

Im Organisationsmodell kann für eine Organisationseinheit auf der Ebene der Stellen eine Zuweisung zu einem oder mehreren Fachgebieten vorliegen. Fachgebiete bilden somit eine weitere Gruppenebene, die parallel zu Fachbereichen existiert. Die Ebene der Fachgebiete unterstützt eine Differenzierung der fachspezifischen Tätigkeiten innerhalb der funktionalen Rolle, die eine Organisationseinheit einnimmt. Somit erhält eine Stel-

le durch einen Fachbereich eine Einordnung innerhalb der Organisationshierarchie sowie durch die Zuordnung zu einem oder mehreren Fachgebieten eine tätigkeitsbezogene Ausprägung. Die von einem Fachbereich unabhängige Zuordnung zum jeweiligen Fachgebiet ermöglicht auch, Stellen zu definieren, deren Tätigkeiten nicht zum Umfeld der Bauauftragsrechnung gehören.

**Organigramm:** Das in Abbildung A.36 dargestellte Organigramm zeigt auf der Ebene Leitung die Organisationseinheiten *Geschäftsleitung technisch* und *Geschäftsleitung kaufmännisch* mit den jeweils zugewiesenen Personalpositionen. In den Verantwortungsbereich der technischen Geschäftsleitung gehören auf der Ebene der Gruppen als Organisationseinheiten die Fachbereiche *Gruppe Kalkulation* und *Gruppe Ausführung*. Dem Fachbereich *Gruppe Kalkulation* sind als Organisationseinheiten die Stellen *DatenErfasser/in* und *Kalkulator/in* untergeordnet. Die Stelle *DatenErfasser/in* gehört zum *Fachgebiet AngebotsVorbereitung*. Die Stelle *Kalkulator/in* gehört zum *Fachgebiet Kalkulation*. In der *Gruppe Ausführung* sind die Stellen *Arbeitsvorbereiter/in*, *Bauleiter/in*, *Controller/in* sowie *Abrechner/in* vorhanden, die ebenfalls eine Zuordnung zu entsprechenden Fachgebieten aufweisen. Die Stelle *Abrechner/in* hat gleichzeitig eine Zuweisung zum *Fachgebiet Fakturierung* und zum *Fachgebiet Abrechnung*. Damit kommt zum Ausdruck, daß mehrere Fachgebiete zu einer Stelle gehören können. In den Verantwortungsbereich der technischen Geschäftsleitung gehört auf der Gruppenebene als Organisationseinheit der Fachbereich *Gruppe Einkauf*, dem die Stelle *Einkäufer/in* untergeordnet ist. Die Stelle *Einkäufer/in* hat zugleich ihre fachliche Ausprägung im *Fachgebiet Einkauf*.

Aus dem Organigramm der betrachteten Beispielfirma geht keine Spezifizierung der Tätigkeiten innerhalb der Fachgebiete hervor (s. Abschnitt 3.2.3, „Fachgebiete“). Durch eine Aufbereitung von Modellbeziehungen, z.B. zwischen dem Organigramm und der EPK, bestehen Möglichkeiten, entsprechende Prozeßschritte für die Fachgebiete und Organisationseinheiten zu spezifizieren.

## 6.6 Modellbeziehungen

### 6.6.1 Allgemeines

Bei der Betrachtung der Modellbeziehungen bildet das Prozeßmodell den Ausgangspunkt der Zuordnungen für die Modellarten. Für eine Darstellung der Zuordnung von Prozeßschritten zu Funktionen und Entitytypen wurde anstelle einer umfangreichen grafischen Aufbereitung die verkürzende Tabellenform gewählt, die eine komprimierte Gegenüberstellung der Modellelemente entsprechend der Vorgaben des Kapitels 5, „Methodik“ ermöglicht. Der Abschnitt „Modellbeziehungen“ verwendet die im Anhang hinterlegten Tabellen B.1 bis B.9, die als entsprechende Zuordnungstabellen dienen. Dagegen ist die Visualisierung der Modellbeziehung zwischen Prozeßmodell und Organisationsmodell innerhalb Modelldarstellung des Prozeßmodells möglich, da den Prozeßschritten anstelle von Organisationseinheiten nur Fachgebiete zugeordnet werden.

### 6.6.2 Prozeßmodell und Funktionsmodell

Das Ziel der Modellbeziehung zwischen Prozeßmodell und Funktionsmodell besteht in der formalen Aufbereitung des Zusammenhangs zwischen den Tätigkeiten im Ablauf der Bauauftragsrechnung und den möglichen funktionalen Werkzeugen zu deren Unterstützung. Unter der Voraussetzung, daß die Tätigkeiten den Prozeßschritten in der EPK und die funktionalen Werkzeuge den Funktionen im Funktionsbaum entsprechen, kann eine Zuordnung von Funktionen zu Prozeßschritten erfolgen.

**Zuordnungstabellen:** Die Zuordnung von Modellobjekten des Prozeßmodells und des Funktionsmodells geht aus den im Anhang vorliegenden Tabellen B.1 bis B.4 hervor. Diese Tabellen zeigen die Zuordnung von Funktionen aus der Funktionsebene der Module des Funktionsbaums zu den Prozeßschritten der EPK. Die erste und zweite Spalte der Tabellen beinhalten die Teilprozesse und Prozeßschritte. Die Anordnung der Teilprozesse entspricht dem Prozeßablauf. Die Reihenfolge der Prozeßschritte kann aufgrund möglicher Verzweigungen in der jeweiligen Tabelle nicht eindeutig festgelegt werden. Die dritte Spalte bildet die zugeordneten Funktionen ab. Die vierte Spalte zeigt die Zugehörigkeit der Funktion zum jeweiligen Modul.

**Ergebnis der Zuordnung:** Im Ergebnis bildet die jeweilige Zuordnungstabelle eine Modellbeziehung ab, die einer n:1-Beziehung zwischen Prozeßschritten und Funktionen entspricht. Das bedeutet, jeder Prozeßschritt verwendet immer eine Funktion aber eine Funktion kann mit einem oder mehreren Prozeßschritten in Beziehung stehen. Die Beziehung zwischen Prozeßschritt und Funktion entspricht einer linkstotalen und rechts-eindeutigen Relation. In diesem Sinn sind auch Funktionen im Funktionsbaum möglich, die keine Zuweisung zu einem Prozeßschritt haben und deshalb in die Tabelle nicht explizit aufgenommen wurden.

Die Zuordnungstabellen zeigen außerdem, daß die Prozeßschritte in einem Teilprozeß die Funktionen verschiedener Module aufrufen. Da ein Teilprozeß lediglich eine Zusammenfassung und keine eigenständige Ebene im Prozeßmodell darstellt, ist eine Zuordnung von Teilprozessen und Modulen bei der Auswertung der Modelle von untergeordneter Bedeutung.

### 6.6.3 Prozeßmodell und Informationsmodell

Das Ziel der Modellbeziehung zwischen dem Prozeßmodell und dem Informationsmodell besteht in der formalen Aufbereitung des Zusammenhangs zwischen den Tätigkeiten im Ablauf und den Informationsdefinitionen aus dem Umfeld der Bauauftragsrechnung. Unter der Voraussetzung, daß die Tätigkeiten den Prozeßschritten in der EPK und die Informationsdefinitionen den Entitytypen aus dem ERM entsprechen, kann eine Zuordnung von Entitytypen zu Prozeßschritten erfolgen.

**Zuordnungstabellen:** Die Zuordnung von Modellobjekten des Prozeßmodells und des Informationsmodells geht aus den im Anhang vorliegenden Tabellen B.5 bis B.9 hervor. Diese Tabellen zeigen die Zuordnung von Entitytypen aus dem ERM zu den Prozeßschritten der EPK. Dazu bildet die erste Spalte der jeweiligen Tabelle die Entitytypen des ERM's ab. Die erste Kopfzeile der jeweiligen Tabelle zeigt die Teilprozesse, deren Anordnung nach dem Prozeßablauf erfolgt. Die zweite Kopfzeile stellt die Prozeßschritte im Teilprozeß dar. Die Reihenfolge der Prozeßschritte kann auf Grund möglicher Verzweigungen in der jeweiligen Tabelle nicht eindeutig festgelegt werden. Die Zuordnung der Entitytypen zu Prozeßschritten erfolgt durch eine Markierung in der jeweiligen Tabellenspalte und -Zeile.

**Ergebnis der Zuordnung:** Im Ergebnis bildet die jeweilige Zuordnungstabelle eine Modellbeziehung ab, die einer 1:n-Beziehung zwischen Prozeßschritten und Entitytypen entspricht. Das bedeutet, in jedem Prozeßschritt besteht eine Zuordnung und damit ein Zugriffsmöglichkeit auf mindestens einen Entitytypen. Eine Attributierung von welcher Art - wie z.B. Vollzugriff, Ändern oder nur Lesen - diese Zugriffsmöglichkeiten sein können, wurde in der Tabelle nicht spezifiziert. Diesbezügliche Aussagen sind nur in Verbindung mit dem Organisationsmodell von Interesse.

#### 6.6.4 Prozeßmodell und Organisationsmodell

Das Ziel der Modellbeziehung zwischen dem Prozeßmodell und dem Organisationsmodell besteht in der formalen Aufbereitung des Zusammenhangs zwischen den Tätigkeiten im Ablauf der Bauauftragsrechnung und den dabei agierenden Personen bzw. Personengruppen der Baufirma. Unter der Voraussetzung, daß die Tätigkeiten den Prozeßschritten in der EPK und die agierenden Personen den Strukturelementen des Organigrammes entsprechen, kann eine Zuordnung von Fachbereichen, Stellen oder Fachgebieten zu Prozeßschritten erfolgen.

**Zuordnung Fachbereiche:** Eine mögliche Zuordnung der Fachbereiche zu Prozeßschritten hat zur Konsequenz, daß alle Organisationseinheiten auf der Ebene der Stellen dem gleichen Prozeßablauf unterliegen und somit ein identisches Tätigkeitsprofil z.B. für alle Mitglieder einer Gruppe vorliegt. Innerhalb eines Fachbereichs sind infolge der Aufgabenverteilung spezifische Tätigkeiten zu unterscheiden. Mit einer Zuordnung der Fachbereiche zu Prozeßschritten ist eine Unterscheidung dieser Tätigkeiten nicht möglich.

**Zuordnung Stellen:** Eine mögliche Zuordnung von Stellen der Fachbereiche zu Prozeßschritten hat zur Konsequenz, daß jede Organisationseinheit auf der Ebene der Stellen einen individuellen Prozeßablauf haben kann. Der Aufwand für eine Zuordnung wird von der Anzahl der Organisationseinheiten bestimmt. Durch die Firmengröße sowie die Möglichkeiten in der Modelldarstellung sind hierbei praktische Grenzen gegeben.

**Zuordnung Fachgebiete:** Eine mögliche Zuordnung von Fachgebieten zu Prozeßschritten hat zur Konsequenz, daß die Organisationseinheiten gleicher Fachgebiete dem gleichen Prozeßablauf unterliegen und somit ein identisches Tätigkeitsprofil vorliegt. Diese fachbezogene Zuordnung von Modellobjekten des Prozeßmodells und der Fachgebiete des Organisationsmodells geht aus den im Anhang vorliegenden Abbildungen der Teilprozesse A.1 bis A.19 hervor. Die Abbildungen zeigen eine grafische Aufbereitung der Modellzuordnung von Fachgebieten zu den Prozeßschritten der EPK.

**Ergebnis der Zuordnung:** Im Ergebnis zeigt die jeweilige Abbildung eine Modellbeziehung, welche einer 1:n-Beziehung zwischen Prozeßschritten und Fachgebieten entspricht. Das bedeutet, jeder Prozeßschritt bekommt mindestens eine Zuordnung zu einem Fachgebiet. Wurden zu einem Fachgebiet im Organigramm mehrere Organisationseinheiten festgelegt, erhalten alle Organisationseinheiten die gleichen Prozeßschritte. In Auswertung der Zuordnungstabelle sind somit fachgebietsbezogene Prozeßabläufe identifizierbar.

## 6.7 Zusammenfassung

Den Ausgangspunkt für das zurückliegende Kapitel „Anwendung der Methodik“ bildete die Vorgabe aus dem Kapitel 5, „Methodik“ in welchem die methodische Basis und die daraus resultierende Vorgehensweise festgelegt wurden. Die formale Beschreibung entspricht einer fachlichen Gesamtsicht auf den Prozeß zur Bauauftragsrechnung. Die Modelle und Modellbeziehungen beschreiben den Zusammenhang zwischen den fachgebietsbezogenen Tätigkeiten und den anzuwendenden Funktionen zur Bearbeitung spezifischer Daten im Gesamtprozeß der Bauauftragsrechnung.

- Das erstellte Prozeßmodell bildet das zentrale Element einer Steuerungssicht, auf das sich alle weiteren Modelle beziehen. Die entscheidende methodische Festlegung war, das gesamte Prozeßmodell auf **nur** eine Ebene der Prozeßschritte zu beschränken. Daraus folgte die Möglichkeit, den einzelnen Prozeßschritten konkrete Modellobjekte des Funktions-, Informations- und Organisationsmodells eindeutig zuzuordnen zu können.
- Das erstellte Funktionsmodell entspricht einer fachlichen Funktionssicht. Die Zugehörigkeit von Funktionen zu Modulen ordnet zunächst die Funktionen. Die Untergliederung in Elementarfunktionen spezifiziert die funktionalen Anforderungen, ohne funktionspezifische Algorithmen zu enthalten.
- Das erstellte Informationsmodell enthält die Definitionen von Informationstypen und deren Beziehungen zueinander. Das eERM entspricht einer fachlichen Informationssicht. Mit der Darstellung dieser Informationssicht sollte in erster Linie der fachliche Zusammenhang zu Prozeßschritten erkennbar sein. Daß das vorliegende eERM eine Grundlage für ein Datenbankschema bilden kann, ist ein Aspekt für eine Implementierung, der nicht vordergründig betrachtet wurde.

- Das erstellte Organisationsmodell weist neben der Zuordnung von Organisationseinheiten zu Fachbereichen auch eine fachgebietsspezifische Zuordnung auf. Die Modellbeziehung zum Fachgebiet ergibt entsprechende Tätigkeitsprofile in einer Organisationssicht.

Durch eine Analyse der vorliegenden Sichten sind Aussagen zu gewinnen, die für den Zusammenhang im Gesamtprozeß Transparenz erzeugen. Der folgende **Teil III**, „Auswertungen der Modelle“ formuliert zunächst resultierende Auswertungsmöglichkeiten aus der formalen Beschreibung und betrachtet anschließend die Anwendung anhand einer existierenden Fachapplikation aber auch bei der Implementierung neuer Systeme.

**Teil III**

**Auswertungen der Modelle**





# Kapitel 7

## Auswertungsmöglichkeiten

### 7.1 Allgemeines

Mit der formalen Beschreibung ist die Zielstellung verbunden, eine theoretische Grundlage aufzubereiten, die den komplexen Zusammenhang im Prozeß der Bauauftragsrechnung nachvollziehbar und prüffähig abbildet. Aus diesem Grund wurden Modelle erstellt und Modellbeziehungen hergestellt. In Auswertung der formalen Beschreibung sind aus den Modellen und ihren Modellbeziehungen Erkenntnisse zu gewinnen, welche die Grundlage zur Anpassung und Entwicklung eines Informationssystems sein können. Unter Verwendung dieser Erkenntnisse sind Möglichkeiten aber auch Grenzen zur weiteren Anwendung für ein baubetriebliches Informationssystem zu formulieren. Der **Teil III**, „Auswertungen der Modelle“ hat zum Ziel, die Möglichkeiten zur Auswertung aufzuzeigen und anzuwenden.

Die Wahl der Abstraktionen und Relationen in der zugrunde liegenden Modellierungsmethodik führte zu Modellelementen und Modellbeziehungen, deren theoretischer Hintergrund auf der Mengenlehre und Relationenalgebra beruht. Eine mathematische Interpretation des als EPK erstellten Prozeßmodells läßt den Prozeß auch als Relationen zwischen der Menge der Ereignisse und der Menge der Prozeßschritte sowie zwischen der Menge der Prozeßschritte und der Menge der Ereignisse auffassen. Nach diesem Verständnis entspricht das Gebilde dieser Mengen und beiden Relationen einem Graphen, wobei die Menge der Ereignisse und die Menge der Prozeßschritte die Mengen der Knoten und die beiden Relationen die Mengen der Kanten bilden. Die Mengen der Knoten sind wie die Mengen der Kanten disjunkte Mengen [Huhnt 2000, S.120f, S.137].

Das Informationsmodell kann als Mengensystem aufgefaßt werden, in welchem die Entitytypen den Mengen von Informationen und die modellierten Beziehungselemente Relationen auf diesen Mengen entsprechen. Die Modellbeziehung zwischen Entitytypen und Prozeßschritten entspricht einer Relation des Mengensystems der Informationen auf der Menge der Prozeßschritte. Auf ähnliche Weise sind sowohl das Funktionsmodell als auch das Organisationsmodell als Mengensysteme aufzufassen, zwischen deren Mengen Relationen zur Menge der Prozeßschritte existieren. Mit diesem Hintergrund sind Auswertungen durch eine Betrachtung mathematischer Modelle möglich, die zum Zweck einer weiteren

Formalisierung und Optimierung aufgestellt werden können. Neben einer weiterführenden mathematischen Interpretation sind Auswertungen als rein fachliche Interpretation der Modelle und Modellbeziehungen möglich, welche sich ebenfalls auf den mathematischen Hintergrund zurückführen lassen.

Das vorliegende Kapitel konzentriert sich auf die Möglichkeiten der rein fachlichen Interpretation der formalen Beschreibung. Diese Betrachtung ist zunächst notwendig, um die theoretisch möglichen Aussagen für die im Kapitel 8, „Auswertungen“ folgenden fachlichen Auswertungen abzuleiten und abzugrenzen. Da nicht alle formalen Aussagen aus den Modellen und Modellbeziehungen in einem System anzuwenden bzw. umzusetzen sind, werden die Möglichkeiten zur Auswertung fachlich interpretiert und bezüglich (technischer) Verwertbarkeit diskutiert. Der Abschnitt 7.2, „Aussagen der Modelle“ betrachtet die Modelle im Hinblick auf ihre formalen Auswertungsmöglichkeiten einzeln und unabhängig voneinander. Der Abschnitt 7.3, „Aussagen der Modellbeziehungen“ untersucht die formalen Auswertungsmöglichkeiten aus den Modellbeziehungen und ergänzt somit die der Einzelbetrachtung. Die Varianten der Modellbeziehungen wurden im Teil II, Abschnitt 5.3, „Relationen“ methodisch vorgegeben und im Abschnitt 6.6, „Modellbeziehungen“ formal beschrieben. Die Betrachtung der formalen Aussagen nimmt keinen Bezug auf eine konkrete Modellsituation, so daß die Auswertungsmöglichkeiten ein neutraler und theoretischer Ausgangspunkt für verschiedenartige Auswertungen sind.

## 7.2 Aussagen der Modelle

### 7.2.1 Prozeßmodell

Für eine fachliche Modellauswertung des Prozeßmodells sind in der EPK aus der Betrachtung der Prozeßschritte und Ereignisse folgende formalen Aussagen zu gewinnen:

- In der EPK ist erkennbar, aus welchen Prozeßschritten der Prozeß der Bauauftragsrechnung besteht, in welcher Folge und unter welchen logischen Bedingungen die Prozeßschritte durchlaufen werden.
- Da in der EPK mit dem Eintreten von Ereignissen ein Übergang zu weiteren Prozeßschritten erfolgt, ist erkennbar, welches Ereignis welchen Prozeßschritt ohne Abhängigkeit von weiteren logischen Verknüpfungen direkt startet. Außerdem ist erkennbar, welche Ereignisse unter welchen logischen Verknüpfungen zusammenwirken, um einen Prozeßschritt auszulösen.
- Da durch einen Prozeßschritt ein oder mehrere Ereignisse ausgelöst werden, ist erkennbar, welcher Prozeßschritt als Ergebnis welches Ereignis sowohl ohne als auch in Abhängigkeit von weiteren logischen Verknüpfungen erzeugt.

**Fachliche Interpretation:** In einer EPK abstrahiert ein Prozeßschritt eine konkrete Tätigkeit an einem Informationsobjekt durch einen agierenden Bearbeiter. Die Aussage - welche Prozeßschritte in welcher Folge zur Ausführung kommen - bietet einerseits

die Möglichkeit, eine Folge von Tätigkeiten organisatorisch vorzugeben. In einem Informationssystem können andererseits auch die Funktionalitäten durch eine implementierte Vorgangssteuerung, die einen Prozeßablauf als Folge von Prozeßschritten und Ereignissen intern umsetzt, vorgegeben werden.

Ereignisse in einer EPK - einschließlich ihrer logischen Verknüpfungen - steuern die Folge der Prozeßschritte. Ein „internes“ Ereignis, infolge einer interaktiven Funktionsanwendung, entspricht einer Zustandsänderung in einem oder mehreren Informationsobjekten. Diese Zustandsänderung kommt entweder durch Attributänderungen im Informationsobjekt zum Ausdruck oder, wenn Informationsobjekte neu angelegt bzw. gelöscht werden. Da diese Zustandsänderungen programmtechnisch erkannt werden können, sind derartige Ereignisse technisch verwertbar. Ein „externes“ Ereignis, das in einer EPK eine Statusänderung für ein äußeres Geschehen fachlich ausdrückt, ist im System in der Regel nicht erkennbar und somit nicht verwertbar. Insofern sind der technischen Umsetzung der Ereignissteuerung aus der vorliegenden EPK Grenzen gesetzt. „Externe“ Ereignisse können ggf. durch spezielle Interaktionen, z.B. zum Aufruf eines Dialogs oder einer Funktion im Dialog, technisch umgesetzt werden.

### 7.2.2 Funktionsmodell

Die Sicht auf das als Funktionsbaum ausgegrägte Funktionsmodell ergibt unter Betrachtung der vorliegenden Funktionsstruktur die folgenden formalen Aussagen:

- Im Funktionsmodell ist erkennbar, welche Module zur Umsetzung der Funktionalitäten im Informationssystem benötigt werden.
- Mit Sicht auf den Funktionsbaum eines Moduls ist erkennbar, welche funktionale Strukturdefinition das Modul untergliedert, d.h. welche Funktionen es zur Verfügung stellt.
- Mit Sicht auf eine Funktion in einem Modul ist erkennbar, welche anwendbaren Elementarfunktionen unter der Funktion zusammengefaßt werden.

**Fachliche Interpretation:** Die Aussagen - welche Module und Funktionen im Funktionsbaum definiert wurden - sind zur funktionalen Spezifikation eines Informationssystems vollständig verwertbar. Die Zusammenfassung von Funktionen zu Modulen definiert die Anforderung an die Gestaltung der notwendigen Bearbeitungsdialoge. Die Untergliederung in Elementarfunktionen kann in der technischen Umsetzung spezifische Ausprägungen annehmen, die aus der formalen Beschreibung nicht hervorgehen. Die Vorgabe von Elementarfunktionen ist daher als rein „fachliche“ Anforderung zu interpretieren. Da Funktionen den Zustand der Informationsobjekte verändern, sind mit der Funktionsdefinition ggf. Algorithmen verbunden, deren Definition kein Gegenstand des Funktionsmodells in der formalen Beschreibung war. Um die entsprechenden Funktionen technisch umzusetzen, sind notwendige Algorithmen, wie z.B. zur Ermittlung der Einheitspreise einer LV-Position, zu ergänzen.

### 7.2.3 Informationsmodell

Für das Informationsmodell lassen sich folgende formale Aussagen zusammenfassen. Sie beziehen sich auf das erweiterte Entity Relationship Model (eERM) ohne Spezifizierung durch die Attributzuordnung:

- Das eERM läßt erkennen, welche Informationsdefinitionen mit den entsprechenden Entitytypen klassifiziert wurden.
- Außerdem ist erkennbar, in welchem strukturellen Zusammenhang die Informationstypen zueinander stehen, sowie welche Spezialisierungen verfeinern bzw. welche Generalisierung abstrahiert die Entitytypen.
- Die Beziehungstypen im eERM lassen erkennen, welche Beziehungen zwischen den Entitytypen bestehen und ob bestimmte Beziehungstypen uminterpretiert wurden, d.h. sie ergeben weitere Entitytypen.
- Aus den Kardinalitäten im eERM ist erkennbar, welche Komplexitätsgrade (Minimum, Maximum) die Beziehung zwischen den Entitytypen bestimmen sowie welche Identifizierungs- und Existenzabhängigkeiten der Entitytypen sich daraus ergeben.

Unter Einbeziehung der Attributdefinition der Entitytypen führt das Attributzuordnungsdiagramm in Ergänzung zum eERM zu folgenden Aussagen:

- Wie sind die Informationstypen als Entitytypen attributiv ausgeprägt, d.h. welche Eigenschaften und Merkmale von Informationsobjekten werden durch die Attribute im jeweiligen Entitytyp definiert.
- Welche Schlüssel- und Fremdschlüsselattribute bestimmen die Definition von Relationen zwischen den Entitytypen.

**Fachliche Interpretation:** Die Aussage, welche Entitytypen und Beziehungen für das Umfeld der Bauauftragsrechnung im eERM definiert wurden, sind zur Spezifikation der Datenstruktur eines Informationssystems vollständig verwertbar. Im Rahmen einer technischen Umsetzung können die Aussagen aus dem eERM eine Vorgabe zur Definition einer Datenstruktur, z.B. für ein Datenbankschema, bilden. Für den Fall einer Neuimplementierung besteht die Möglichkeit, das eERM während eines objektorientierten Designvorgangs in ein Klassenmodell für Informationsklassen zu überführen und zu implementieren.

Für den Fall einer vorhandenen Fachapplikation sind die Aussagen aus dem eERM als Vorgabe für die Konfiguration, z.B. zur Vergabe von Berechtigungen, verwertbar. Eine Modellanpassung des eERM's an die vorliegende Datenstruktur der Applikation ist ggf. notwendig.

Insbesondere bestimmte Aussagen aus den Modellbeziehungen sind für die Abbildung von Abhängigkeiten der Informationstypen von Bedeutung. Die auf den Entitytypen bestehenden Relationen ergeben einen Zusammenhang, der z.B. bei der Definition gemeinsamer Informationszugriffe Berücksichtigung finden kann.

## 7.2.4 Organisationsmodell

Das Organisationsmodell, ausgeprägt als Organigramm, bietet eine spezielle Sicht auf eine mögliche Organisationsstruktur einer konkreten Baufirma mit folgenden Aussagen:

- Im Organigramm ist aus der Struktur der Aufbauorganisation der Baufirma erkennbar, welche Strukturebenen mit welchen Organisationseinheiten belegt sind, sowie welche Gruppierungen für Fachbereiche und Fachgebiete Aufgaben zur Bauauftragsrechnung bearbeiten.
- Die Sicht auf einen Fachbereich ergibt die Aussage, welche Organisationseinheiten als Stellen zum Fachbereich gehören und mit welchen Personalpositionen diese Stellen belegt sind.
- Da eine Organisationseinheit auf der Ebene der Stellen, die Tätigkeiten eines oder mehrerer Fachgebiete in sich vereinen kann, ergibt eine Zuweisung zum Fachgebiet eine spezifische Tätigkeitsausprägung innerhalb der Organisationsstruktur.

**Fachliche Interpretation:** Die Aussage, welche Organisationseinheiten in der Organisationsstruktur existieren, ist durch den möglichen Sachbezug einer Organisationseinheit verwertbar. Eine Organisationseinheit kann u.a. die Basis für die Zuordnung von Datenbereichen bzw. Verzeichnisstrukturen sein, auf die im Informationssystem ein kontrollierter Zugriff erfolgen soll. Durch eine Zuordnung von Fachbereichen oder einzelnen Stellen ist ein gemeinsamer Zugriff auf den jeweiligen Datenbereich definierbar. Individuelle (private) Datenbereiche auf Ebene einer Stelle sind ebenfalls möglich.

Beispiele möglicher Zuordnungen von Organisationseinheiten zu Datenbereichen sind Verzeichnisse für Stamm- und Projektdaten, gemeinsame Drucklistenarten, Vorlage- und Musterdaten sowie Konfigurationseinstellungen. Mit der Zuordnung der Datenbereiche sind entsprechende Zugriffsberechtigungen verbunden.

## 7.3 Aussagen der Modellbeziehungen

### 7.3.1 Prozeß- und Funktionsmodell

Die im Abschnitt 6.6 beschriebenen „Modellbeziehungen“ nehmen das Prozeßmodell als Ausgangspunkt. Dessen Beziehung zum Funktionsmodell soll zuerst betrachtet werden. Die formale Beschreibung enthält eine Zuordnung zwischen den Prozeßschritten der EPK und den Funktionen aus dem Funktionsmodell. Die Relation auf der Menge der Prozeßschritte und der Menge der Funktionen ist linkstotal und rechtseindeutig, d.h. jeder Prozeßschritt hat genau eine Funktionszuordnung, wobei eine Funktion in mehreren Prozeßschritten verwendet werden kann. Auf der Basis dieser Zuordnungsregel und unter Berücksichtigung der spezifischen Eigenschaften der EPK sowie der Struktur der Module im Funktionsbaum sind die folgenden formalen Aussagen abzuleiten:

- Da ein Prozeßschritt eine eindeutige Funktionszuordnung aufweist, ist die Art einer möglichen Funktionsanwendung durch den jeweiligen Prozeßschritt in der EPK vorgegeben.
- Aus der Funktionszuordnung zum Prozeßschritt ist erkennbar, welche Module im jeweiligen Prozeßschritt angewendet werden. Ein Modul kann somit auch von mehreren Prozeßschritten aktiviert werden.
- Aus der Funktionszuordnung zum Prozeßschritt folgt eine Aussage darüber, welche Elementarfunktionen im Prozeßschritt zur Verfügung stehen.
- Durch die Verbindungskante zwischen einem Prozeßschritt und seiner auslösenden Bedingung ist erkennbar, welches Ereignis bzw. welche logische Kombination von Ereignissen welche Funktionen erfordert.
- Durch die Verbindungskante zwischen einem Prozeßschritt und seinen ausgelösten Ereignissen ist erkennbar, welche Ereignisse im Prozeßschritt als Ergebnis der Funktionsanwendung folgen. Da ein ausgelöstes Ereignis infolge einer Funktionsanwendung auch zu bereits durchlaufenen Prozeßschritten zurückführen kann, sind zyklische Folgen möglicher Funktionsanwendungen erkennbar.

**Fachliche Interpretation:** Die eindeutige Beziehung von Prozeßschritten zu Funktionen bietet die Möglichkeit, die Bereitstellung von Funktionen an den Ablauf im Prozeß zu binden. Das bedeutet, daß eine determinierte Folge von Prozeßschritten auch die diesbezüglichen Funktionen bereitstellen kann. Im Zuge einer technischen Umsetzung können implementierte Funktionen von einer Vorgangssteuerung, welche den Prozeßablauf umsetzt, aktiviert werden. Die Zugehörigkeit von Funktionen zu Modulen bietet die Möglichkeit, die in Verbindung mit dem Funktionsaufruf notwendigen Bearbeitungsdialoge zu aktivieren. Das bedeutet, in einem Informationssystem technisch umgesetzt kann ein Prozeßschritt einen Dialog aufrufen bzw. beenden. Die Anwendung von Elementarfunktionen kann zu Änderungen der Zustände in Informationsobjekten führen. Diese Zustandsänderungen entsprechen dann einem oder mehreren Ereignissen. Durch die Beziehung zwischen Prozeßschritten und Funktionen sind diese Zustandsänderungen in einer Vorgangssteuerung technisch verwertbar. Zum Beispiel, wenn infolge der Elementarfunktion *Projekt-LV öffnen* ein interner Status des Informationsobjekts den Zustand „geöffnet“ signalisiert, kann dieser durch eine Vorgangssteuerung verwertet werden. Die technische Umsetzung, die z.B. mit einer Nachrichtensteuerung realisierbar ist, soll an dieser Stelle nicht spezifiziert werden.

Aus der betrachteten Modellbeziehung zwischen dem Prozeßmodell und Funktionsmodell sind keine Aussagen zu folgenden Sachverhalten möglich:

- Welcher Informationstyp wird im Prozeßschritt benötigt und/oder bearbeitet.
- Welche Organisationseinheit führt im Prozeßschritt die Funktion durch.

### 7.3.2 Prozeß- und Informationsmodell

Aus der Modellbeziehung zwischen der EPK und dem eERM sind die o.g. fehlenden Aussagen im Zusammenspiel der Prozeßschritte und Entitytypen abzuleiten. Die linkstotale und rechtseindeutige Relation auf den Prozeßschritten und Entitytypen entspricht einer 1:n- Beziehung, d.h. jeder Prozeßschritt steht zu mindestens einem Entitytyp in Beziehung. Die folgenden Aussagen präzisieren diese Modellbeziehung:

- Die Zuordnung von mindestens einem Entitytyp zu einem Prozeßschritt sagt aus, daß nur die Entities der zugeordneten Entitytypen im Prozeßschritt durch Funktionen zu bearbeiten sind, d.h. nur deren entsprechende Entities werden angezeigt oder geändert.
- Durch die Verbindungskante zwischen einem Prozeßschritt und seiner auslösenden Bedingung ist erkennbar, welches Ereignis bzw. welche logische Kombination von Ereignissen welchen Informationsbedarf auslösen. Durch die Verbindungskante zwischen einem Prozeßschritt und seinen ausgelösten Ereignissen ist erkennbar, welche Ereignisse zur Beendigung des Informationsbedarfs führen.
- Aus der möglichen 1:n-Beziehung zwischen Prozeßschritt und Entitytyp sowie den Relationen auf den Entitytypen wird erkennbar, welche Abhängigkeiten der Entitytypen während des jeweiligen Prozeßschrittes bestehen. Damit wird die Auswirkung von Informationsverkettungen, wie z.B. bei existentieller Abhängigkeit in hierarchischen Strukturen, erkennbar.
- Aus der Attributzuordnung eines Entitytyps ist erkennbar, welche Attribute in speziellen Prozeßschritten zur Attributbearbeitung durch die Anwendung entsprechender Funktionen bearbeitet werden.

**Fachliche Interpretation:** Die o.g. Beziehung von Prozeßschritten und Entitytypen bietet die Möglichkeit, die Bereitstellung von Informationstypen an den Ablauf im Prozeß zu binden. Das bedeutet, daß eine determinierte Folge von Tätigkeiten im Prozeßablauf auch den Zugriff auf die spezifischen Informationstypen aufbereitet. Dieser Zusammenhang ist im Zuge einer technischen Umsetzung derart verwertbar, daß z.B. implementierte Informationsklassen von einer Vorgangsteuerung, die den Prozeßablauf umsetzt, aufgerufen werden. Zum Beispiel, wenn im Prozeßschritt *Dokument Projekt-LV bearbeiten* ein bestimmtes Projekt-LV ausgewählt werden soll, muß der Entitytyp *Projekt-LV* bereitstehen, d.h. alle verfügbaren Projekt-LV's sind auswählbar.

Daß im o.g. Beispiel der Informationstyp *Projekt-LV* für die Auswahl gemeint ist, wird im Prozeßschritt aus dem Ereignis *Dokument Projekt-LV ist zu bearbeiten* erkannt, das infolge der interaktiven Funktionsauswahl im Prozeßschritt *ProjektVariante Dokumente spezifizieren* eintritt. Die Aussage, daß infolge einer Funktionsanwendung eintretende Ereignisse einen entsprechenden Informationsbedarf auslösen oder beenden, kann in einer

technischen Umsetzung nur in Verbindung mit dem jeweils aktuellen Prozeßschritt verwertet werden. Ein möglicher Bedarf an Entities eines oder mehrerer Entitytypen wird durch ein Ereignis zwar ausgelöst, aber vom jeweiligen Prozeßschritt inhaltlich bestimmt.

Die möglichen Aussagen zu Abhängigkeiten der Entitytypen im jeweiligen Prozeßschritt sind insbesondere bei der technischen Umsetzung von Funktionen in Dialogen verwertbar. Die technische Umsetzung bedingt eine funktionale Spezifizierung dieser Abhängigkeiten. Dazu sind die Modellbeziehungen mit Sicht auf spezielle funktionale Situationen zu analysieren und funktionale Szenarien zu betrachten. Diese Betrachtungen wurden in der formalen Beschreibung nicht explizit hervorgehoben, sind aber in den konkreten Auswertungen erkennbar. Da die spezifizierten Abhängigkeiten in ihrer Beziehung zum Prozeßschritt an die jeweilige Funktionsanwendung gebunden sind, müssen die mit der technische Umsetzung von Funktionen verbundenen Algorithmen diese Abhängigkeiten berücksichtigen.

Die möglichen Aussagen aus der Attributzuordnung sind in einer technischen Umsetzung zur Spezifikation der Dialogfelder im Prozeßschritt verwertbar. In einem Bearbeitungsdialog kann eine Eigenschaft eines Prozeßschrittes auch die Funktionalität in einem Datenfeld determinieren. Zum Beispiel kann das Datenfeld *EP* im Projekt-LV während der Prozeßschritte der Arbeitskalkulation zur manuellen Bearbeitung gesperrt werden, wenn es sich um vertragliche EP's handelt. Diesbezügliche Algorithmen sind an den Prozeßschritt gebunden.

### 7.3.3 Prozeß- und Organisationsmodell

Die betrachtete Modellbeziehung zwischen Prozeßmodell und Informationsmodell enthält keine Aussagen darüber, welche Organisationseinheiten die Entities der jeweiligen Entitytypen im Prozeßschritt bearbeiten. Diesbezügliche Aussagen gehen aus der Modellbeziehung zwischen dem Prozeßmodell und Organisationsmodell hervor, die auf einer Zuordnung von Fachgebieten aus dem Organigramm einer Baufirma zu den Prozeßschritten der EPK basiert. Da diese Modellbeziehung einer linkstotalen rechtseindeutigen Relation auf der Menge der Prozeßschritte und der Menge der Fachgebiete entspricht, besteht eine 1:n-Beziehung, in welcher jeder Prozeßschritt zu mindestens einem Fachgebiet zugeordnet wurde.

- Die Zuordnung von Fachgebieten zu den Prozeßschritten der EPK sagt aus, auf welche Fachgebiete sich der Gesamtprozeß verteilt sowie zu welchen Fachgebieten der jeweilige Prozeßschritt gehört.
- Aus der Zuordnung einer Organisationseinheit auf der Ebene *Stellen* zu einem oder mehreren Fachgebieten folgt die Aussage, zu welchen Prozeßschritten diese Organisationseinheit in Beziehung steht. Außerdem ergibt sich die Aussage, welche Folge von Prozeßschritten die Organisationseinheit im Prozeß anteilig durchläuft.
- Aus der Zugehörigkeit einer Organisationseinheit auf der Ebene *Stellen* zu einem Fachbereich ergibt sich gleichzeitig auch eine Beziehung der zugeordneten Prozeßschritte zu diesem Fachbereich.



**Fachliche Interpretation:** Die formalen Aussagen aus der o.g. Modellbeziehung sind für organisatorische Vorgaben und in einer technischen Umsetzung zu verwerten. Im Einzelnen ergeben sich folgende Möglichkeiten:

Die Zuordnung von Fachgebieten zu Prozessschritten ermöglicht eine Definition fachgebietsbezogener Prozessabläufe. Hierbei ist ein spezifischer Prozessablauf für jedes Fachgebiet aus dem Gesamtprozeß abzuleiten. Die technische Umsetzung eröffnet die Möglichkeit, die zur Bearbeitung eines Bauauftrags erforderlichen Prozessschritte für das jeweilige Fachgebiet in einem Informationssystem vorzugeben. Auf Basis der Aussagen aus der o.g. Modellbeziehung und der damit möglichen fachgebietspezifischen Prozessdefinition kann die Konfiguration in einem Informationssystem erfolgen.

Aus der formalen Aussage, welche Organisationseinheit der Ebene *Stellen* zu welchem Fachgebiet gehört, folgt die Möglichkeit, den spezifischen Prozessablauf für ein Fachgebiet auf die zugehörigen Organisationseinheiten zu übertragen. Die o.g. Möglichkeit zur Konfiguration wird somit auf die Organisationseinheit erweitert. Zum Beispiel erhält die Stelle *Arbeitsvorbereiter/in* eine Konfiguration für alle erforderlichen Prozessschritte aus der Modellbeziehung zum Fachgebiet *Arbeitsvorbereitung*. Die mit diesen Prozessschritten bestehenden Modellbeziehungen zu Entitytypen und Funktionen sind mit eingeschlossen.

Die aus der Modellbeziehung zum Fachgebiet über eine Stelle abzuleitende Zuordnung von Prozessschritten zum Fachbereich stellt vordergründig einen organisatorischen Sachverhalt der Aufbauorganisation im Unternehmen dar und ist im Umfeld einer technischen Umsetzung zweitrangig.

Neben dem o.g. Sachbezug bildet die fachliche Beziehung zwischen dem Organisationsmodell und den anderen Modellen der formalen Beschreibung eine Grundlage für weitere verwertbare Aussagen. Aus der Betrachtung dieser bilateralen Beziehungen der Modelle ergeben sich u.a. Möglichkeiten für ein Customizing einer Fachapplikation.

### 7.3.4 Indirekte Modellbeziehungen

Aus der zentralen Perspektive des Prozeßmodells und seiner Beziehungen zu Funktionsmodell, Informationsmodell und Organisationsmodell definieren die einzelnen Prozessschritte auch indirekte Beziehungen der genannten Modelle untereinander. Die steuernde Rolle des Prozeßmodells wirkt dabei immer im Hintergrund. Auch aus dieser Betrachtung lassen sich weitere Aussagen ergänzen.

**Funktions- und Informationsmodell:** Das Prozeßmodell führt indirekt das Funktions- und Informationsmodell zusammen. Dazu wird für jeden Prozessschritt die zugeordnete Funktion mit den zugeordneten Informationstypen in Beziehung gesetzt. Bezogen auf die Ebenen - Modul, Funktion und Elementarfunktion - im Funktionsbaum sowie die Definitionen der Entitytypen und Beziehungstypen im eERM sind aus dieser Beziehung folgende formale Aussagen abzuleiten:

- Die Modellbeziehung zwischen Funktionen und Entitytypen läßt erkennen, mit welcher Funktion im jeweiligen Prozessschritt zugeordnete Entitytypen zu bearbeiten

sind. Aus der Struktur im zugehörigen Funktionsbaum geht hervor, mit welchen Elementarfunktionen der Entitytyp im Prozeßschritt bearbeitet werden kann.

- Mit Sicht auf den Entitytyp und seine Beziehungstypen ist erkennbar, welche Abhängigkeiten zu anderen Entitytypen bestehen, die bei einer Funktionsanwendung zu beachten sind.

**Fachliche Interpretation:** Die Aussage, welche Funktionen im jeweiligen Prozeßschritt zur Bearbeitung der Entitytypen zur Verfügung stehen, ist durch die Überführung der Entitytypen in objektorientierte Informationsklassen technisch umsetzbar. Dabei ergeben die Funktionen bzw. Elementarfunktionen die entsprechenden Methoden der Informationsklassen. Diese Umsetzung ist nur bei einer Neuimplementierung möglich.

Im Fall vorhandener Fachapplikationen ist die o.g. Modellbeziehung im Umfeld einer Konfiguration von Zugriffsberechtigungen auf die implementierten Informationsklassen nur indirekt verwertbar, sofern analoge Informationsdefinitionen und Methoden implementiert wurden und Zugriffsberechtigungen möglich sind.

Die möglichen Aussagen zu relationsbedingten Abhängigkeiten der Entitytypen in Bezug auf die Anwendung von Funktionen, wurden im Abschnitt 7.3.2, „Aussagen aus dem Prozeß- und Informationsmodell“ bereits erwähnt. Eine detaillierte Betrachtung erfordert die Aufbereitung konkreter Szenarien, bei denen die Auswirkung einer Funktionsanwendung in Verbindung mit Entitytypen und ggf. Organisationseinheiten für einzelne Prozeßschritte zu analysieren ist.

**Informations- und Organisationsmodell:** Das Prozeßmodell führt indirekt das Informations- und Organisationsmodell zusammen. Ein einzelner Prozeßschritt verknüpft seine zugeordneten Informationstypen mit Fachbereichen, die den Organisationseinheiten zugeordnet sind:

- Aus der o.g. Beziehung wird deutlich, welche Entitytypen im jeweiligen Prozeßschritt durch welches Fachgebiet bearbeitet werden. Mit der Sicht auf eine Organisationseinheit ist erkennbar, auf welche Entitytypen Zugriff bestehen muß.
- Mit der Sicht auf den jeweiligen Entitytyp und seine Beziehungstypen ist erkennbar, welche Abhängigkeiten zu anderen Entitytypen bestehen, die mit der Organisationseinheit ebenfalls in logischer Verbindung stehen.

**Fachliche Interpretation:** Die Konfiguration der Informationszugriffe für ein Fachgebiet ergibt sich aus der jeweiligen Modellbeziehung zum Prozeßschritt. Die indirekte Beziehung zwischen Entitytypen und Organisationseinheiten ergibt zusätzlich eine Möglichkeit, spezifische Zugriffsberechtigungen auf die im Prozeßschritt erforderlichen Entitytypen zu vergeben, z.B. zur Einschränkung des Informationszugriffs bei organisatorischer Notwendigkeit.

**Funktions- und Organisationsmodell:** Das Prozeßmodell führt indirekt das Funktions- und Organisationsmodell zusammen. Dabei verknüpft ein jeweiliger Prozeßschritt die ihm zugeordneten Funktionen mit den ebenso zugeordneten Fachgebieten. Unter Einbeziehung der Struktur im Funktionsbaum sowie der Struktur im Organigramm sind folgende Aussagen zu ergänzen:

- Aus der indirekten Modellbeziehung geht hervor, welche Funktion bzw. Elementarfunktionen die zum Fachgebiet gehörende Organisationseinheit in welcher Folge im Prozeß ausführen kann bzw. darf.
- Aus der indirekten Beziehung von Modul und Fachgebiet geht hervor, in welchem Modul die zugehörige Organisationseinheit arbeitet.

**Fachliche Interpretation:** Die funktionale Konfiguration für ein Fachgebiet ergibt sich aus der jeweiligen Modellbeziehung zum Prozeßschritt. Die indirekte Beziehung zwischen Funktion und Organisationseinheit ergibt zusätzlich die Möglichkeit, spezifische Funktionsberechtigungen auf die durch den Prozeßschritt vorgegebenen Funktionsdefinition zu vergeben. Für eine Organisationseinheit läßt sich festlegen, welche Funktionsberechtigung diese im Prozeßschritt erhält. Bei organisatorischer Notwendigkeit sind damit gezielte Einschränkungen des Funktionsumfangs realisierbar. Auf diese Weise kann die Ausführung bestimmter Elementarfunktionen, wie z.B. *Projekt-DB löschen* oder *ProjektVariante löschen* auch innerhalb von Fachbereichen eingeschränkt werden.

## 7.4 Zusammenfassung

Im zurückliegenden Kapitel wurden die Auswertungsmöglichkeiten aus den im Kapitel 7, „Anwendung der Methodik“ aufbereiteten Modellen und Modellbeziehungen als formale Aussagen zusammengestellt und auf die weitere Verwertbarkeit untersucht:

- Die Auswertung des Prozeßmodells bietet die Möglichkeit, einen Prozeßablauf - bestehend aus einer Folge von Prozeßschritten und steuernden Ereignissen - vorzugeben, um auf dieser Basis den Arbeitsablauf in einem Informationssystem zu steuern.
- Die Möglichkeiten zur technischen Umsetzung einer Ereignissteuerung ist auf Ereignisse beschränkt, die sich in einem Informationssystem abbilden lassen, wie z.B. Ereignisse, welche infolge von Zustandsänderungen der beteiligten Informationsobjekte oder sonstiger Interaktionen eintreten können.
- Die Auswertung des Funktionsmodells ergibt eine funktionale Spezifikation für ein Informationssystem. Die Zuordnung der Funktionen zu Modulen definiert Anforderungen an die funktionale Gestaltung der Bearbeitungsdialoge. Die technische Umsetzung der Funktionsdefinitionen erfordert eine Spezifikation funktionsbedingter Algorithmen.

- In Auswertung des Informationsmodells besteht die Möglichkeit, die Datenstruktur für ein Informationssystem abzuleiten und technisch umzusetzen.
- Die Auswertung des Organisationsmodells ergibt die Möglichkeiten, die Zuordnung von Organisationseinheiten zu Fachgebieten zur Konfiguration in einem Informationssystem zu verwerten. Die Zuordnung von Fachgebieten zu Prozessschritten ermöglicht in der technischen Umsetzung eine fachgebietsbezogene Prozeßvorgabe zu konfigurieren.
- Die Auswertung der Modellbeziehung zwischen dem Prozeß- und Funktionsmodell ermöglicht die Bereitstellung von Funktionen an den jeweiligen Prozeßschritt zu binden sowie modulbezogene Bearbeitungsdialoge zu aktivieren.
- Die Auswertung der Modellbeziehung zwischen Prozeß- und Informationsmodell ermöglicht den Zugriff auf Informationsobjekte der im Prozeßablauf notwendigen Informationstypen durch den jeweiligen Prozeßschritt zu steuern.

# Kapitel 8

## Auswertungen

### 8.1 Allgemeines

Mit der formalen Beschreibung existiert eine theoretische Grundlage, die den komplexen Zusammenhang im Prozeß der Bauauftragsrechnung nachvollziehbar und prüffähig abbildet. Die im Kapitel 7 betrachteten „Auswertungsmöglichkeiten“ basieren auf formalen Aussagen aus den Modellen und Modellbeziehungen, welche entsprechend ihrer Verwertbarkeit, d.h. für eine Umsetzung in einem Informationssystem, spezifiziert wurden. Das vorliegende Kapitel nimmt die Auswertungsmöglichkeiten als theoretischen Ausgangspunkt für konkrete Auswertungen der Modelle und Modellbeziehungen. Auf diesen Auswertungen beruhen Erkenntnisse, die einerseits für eine Anpassung vorhandener Systeme und andererseits im Ausblick auf eine Neuimplementierung von Softwarelösungen anwendbar sind.

Die Aufgabenverteilung zur Bearbeitung der Bauauftragsrechnung bedingt eine Koordination und Abstimmung der Tätigkeiten im Zusammenspiel der beteiligten Mitarbeiter, die ein System unterstützen muß. Entsprechend dieser Problemstellung sind Anforderungen für eine Systemlösung wesentlich, die aus dem notwendigen Zusammenspiel von Ablauf und Organisationsstruktur im Bauunternehmen entstehen. Eine Umsetzung dieser Anforderungen erfordert, die Aspekte

- Bereitstellung einer spezifischen Arbeitsumgebung und
- Zusammenspiel der Fachgebiete

zu betrachten.

Zur Bereitstellung einer spezifischen Arbeitsumgebung gehört, die in einem Fachgebiet anfallenden Tätigkeiten entsprechend des Prozeßablaufs funktional zu unterstützen. Spezifische Arbeitsumgebungen ermöglichen einerseits eine Reduzierung und Vereinfachung der komplexen Gesamtfunktionalität und andererseits eine Unterstützung des fachgebietsbezogenen Arbeitsablaufs. Das Zusammenspiel der Fachgebiete baut auf deren spezifische Arbeitsumgebungen auf und führt zu einer Vernetzung der Abläufe, die sich in diesen Arbeitsumgebungen ergeben. Mit besonderer Betonung von Vernetzung der „Abläufe“

soll zum Ausdruck kommen, daß die aus dem Gesamtprozeß separierten Einzelprozesse in ihrem Zusammenspiel zu betrachten sind. Die Erweiterung dieser Betrachtung schließt auch das Zusammenspiel der Informationszugriffe und Funktionalitäten mit ein.

Der folgende Abschnitt 8.2, „Auswertung der Modellbetrachtung“ erörtert konkrete Auswertungen aus der formalen Beschreibung bezüglich der o.g. Aspekte. Zur Bereitstellung einer spezifischen Arbeitsumgebung kommen insbesondere die Auswertungsmöglichkeiten aus den im Abschnitt 7.3 betrachteten „Modellbeziehungen“ zur Anwendung. Anschließend betrachtet der Abschnitt 8.3 die „Anwendung in Fachapplikationen“. Auf der Grundlage der Auswertungen und unter Einbeziehung der Funktionalitäten existierender Fachapplikationen zur Bauauftragsrechnung werden die Aussagen aus der formalen Beschreibung zur Konfiguration eingesetzt und beurteilt. Dabei werden die im derzeitigen technischen Stand bestehenden Grenzen der Anwendbarkeit diskutiert. Als Konsequenz folgt, daß die Aussagen auf der Grundlage der formalen Beschreibung nur bei der Entwicklung neuer Systeme vollständig umsetzbar sind. Der Abschnitt 8.4, „Neuimplementierung“ betrachtet eine Überführung der fachbezogenen Modellierung in einen objektorientierten Ansatz als mögliches Vorgehen zur Neuimplementierung eines Systems, das abschließend in seiner Struktur und Konfigurationsfähigkeit vorgestellt und beurteilt wird.

## 8.2 Auswertung der Modellbetrachtung

### 8.2.1 Spezifische Arbeitsumgebung

Die Definition einer spezifischen Arbeitsumgebung folgt aus dem Zusammenhang von Prozeßablauf, Funktionen und Informationsdefinitionen bezogen auf ein Fachgebiet. Da dem Prozeßmodell die zentrale Rolle einer Steuerungssicht zukommt, basiert eine spezifische Arbeitsumgebung auf den Modellbeziehungen zwischen den Prozeßschritten und zugeordneten Fachgebieten. In der formalen Beschreibung wurde die Relation zwischen Prozeßschritten und Fachgebieten modelliert. Aus der zugleich existierenden Relation zwischen Fachgebieten und Prozeßschritten sind fachgebietsspezifische Prozeßabläufe abzuleiten, deren Prozeßschritte die entsprechenden Tätigkeiten im Fachgebiet abstrahieren. Daraus ergibt sich die Möglichkeit, eine ereignisgesteuerte Folge der Prozeßschritte in einem Informationssystem vorzugeben und fachgebietsspezifisch zu konfigurieren.

Aus der Beziehung zwischen dem Prozeßmodell und dem vorliegenden Organisationsmodell der Beispielfirma sind spezifische Prozeßabläufe der Fachgebiete *Angebotsvorbereitung*, *Kalkulation*, *Einkauf*, *Arbeitsvorbereitung*, *Baustelle* und *Abrechnung* auszuwerten. Da Fachgebiete von ihren fachlichen Aufgaben geprägt sind, würden andere Fachgebietsdefinitionen zur Modifizierung der spezifischen Prozeßabläufe führen, ohne daß der Prozeßablauf insgesamt zu ändern ist. Die Abbildungen 8.1 und 8.2 zeigen eine Zuordnung des Prozeßablaufs in den Phasen „vor Auftragsausführung“ sowie „Auftragsausführung“ zu den o.g. Fachgebieten.

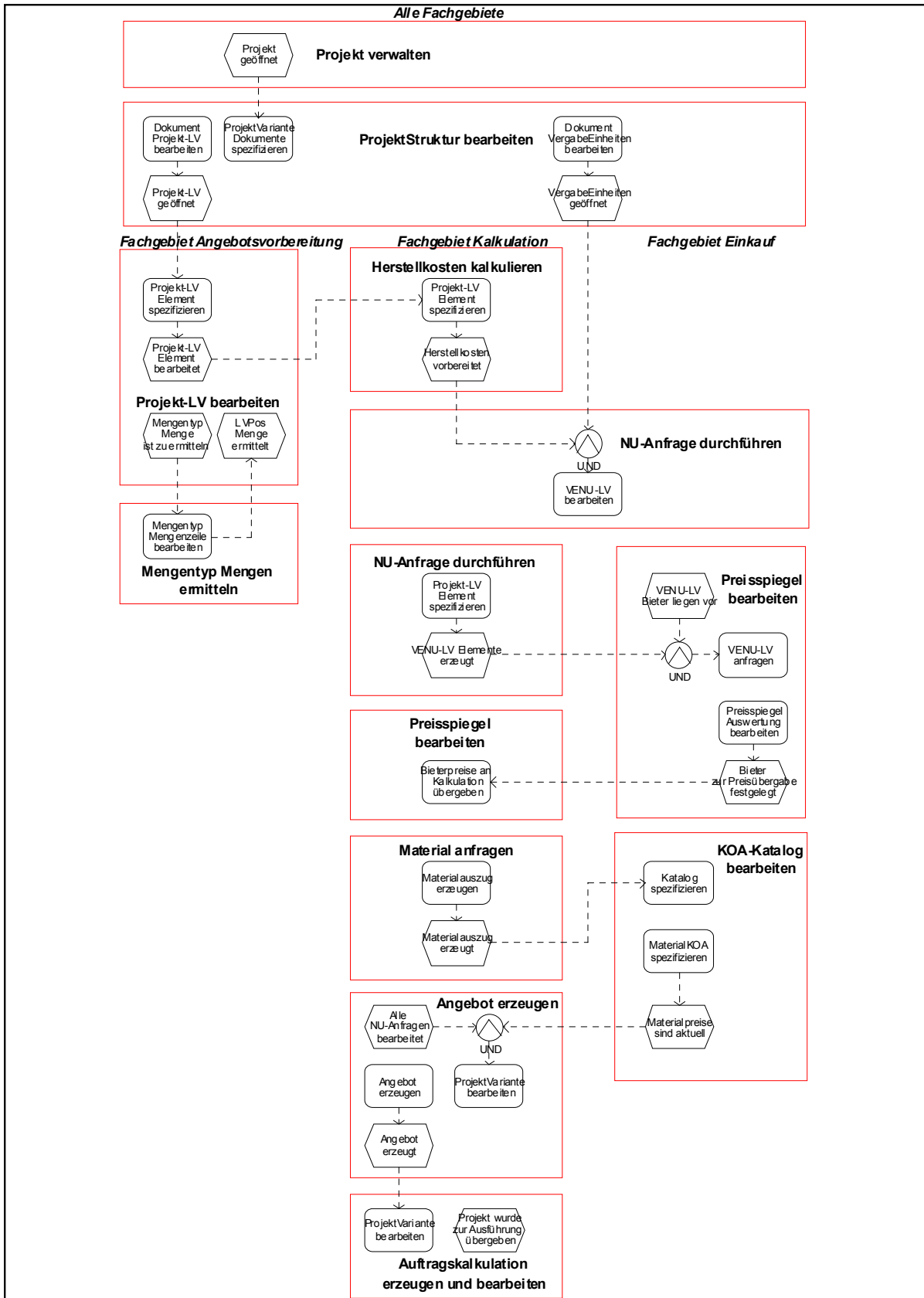


Abbildung 8.1: Fachgebietsspezifischer Prozessablauf vor Auftragsausführung

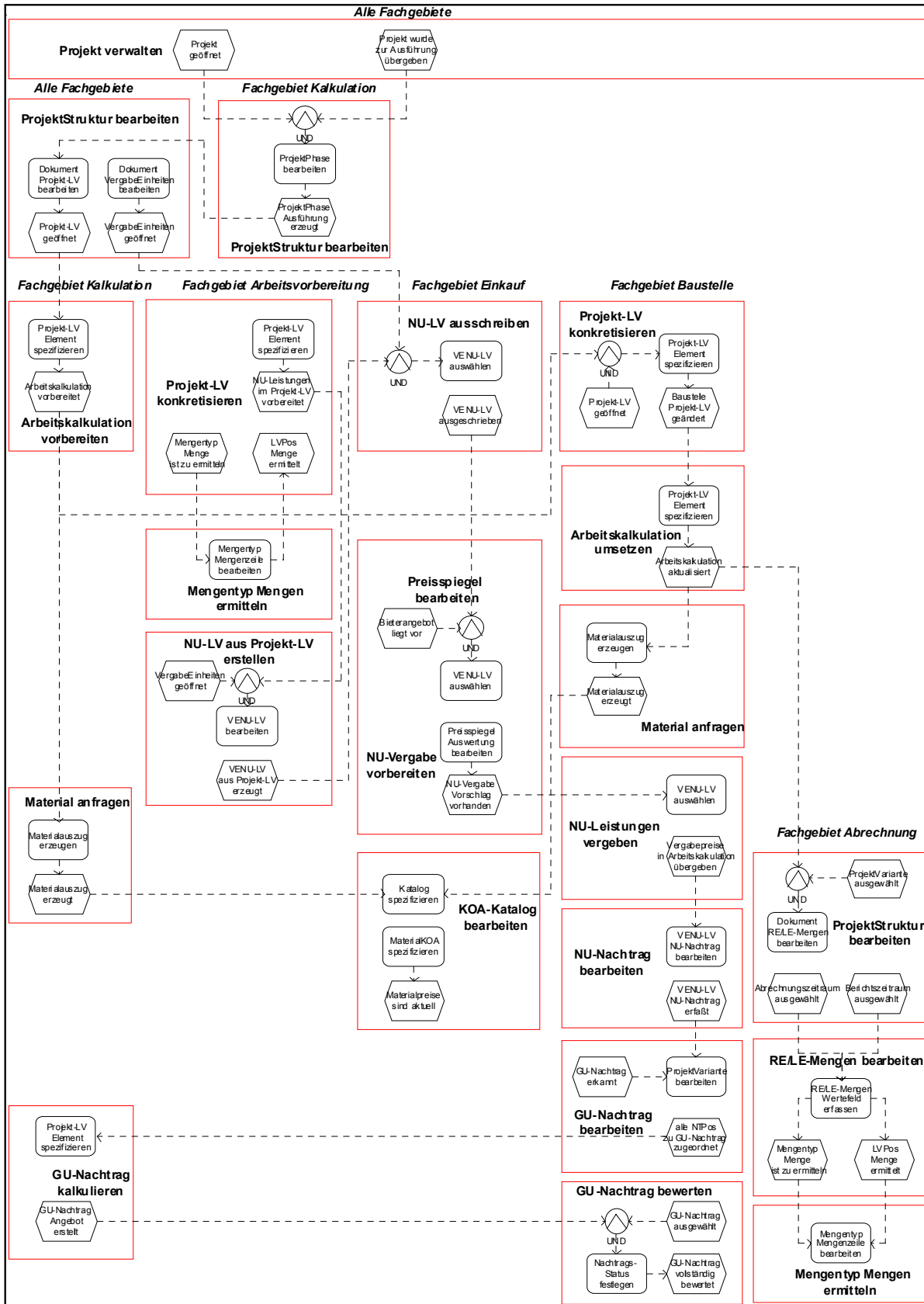


Abbildung 8.2: Fachgebietsspezifischer Prozeßablauf Auftragsausführung



Aufgrund des Umfangs im Prozeßmodell wurde der Prozeßablauf mit Modellelementen nur angedeutet und beschränkt sich auf die wesentlichen Prozeßübergänge zwischen den zugeordneten Fachgebieten. Für diese zu betrachtenden Fachgebiete besteht bis zur Auswahl eines Projekt-Dokuments (Prozeßschritt *ProjektVariante Dokumente spezifizieren*) ein nahezu identischer Ablauf durch die Prozeßschritte der Teilprozesse *Projekt verwalten* und *ProjektStruktur bearbeiten*. Mit der Auswahl eines Projekt-Dokuments für die Bearbeitung erfolgt die jeweilige fachgebietspezifische Verzweigung im Prozeß.

**Fachgebiet Angebotsvorbereitung:** Schwerpunkt in diesem spezifischen Prozeßablauf ist die Bearbeitung des Projekt-LV's. Ein Prozeßübergang zum Fachgebiet **Kalkulation** vollzieht sich immer, wenn ein bestimmtes Projekt-LV-Element erstellt wurde und zur Kalkulation vorliegt, d.h. dieser Vorgang wiederholt sich mit allen Objekten des Projekt-LV's. Mit dem Übergang endet die „Zuständigkeit“ für das Fachgebiet **Angebotsvorbereitung**. Sollten für die Kalkulation im zu bearbeiteten Projekt-LV keine LV-Mengen vorliegen oder LV-Mengen zu überprüfen sein, folgt ggf. zuvor eine Verzweigung in den Teilprozeß *Mengentyp Mengen ermitteln*.

**Fachgebiet Kalkulation:** Gemäß Abbildung 8.1 erfolgt ein Prozeßübergang vom Fachgebiet **Angebotsvorbereitung** zum Fachgebiet **Kalkulation**, sobald ein LV-Element bearbeitet wurde (Ereignis *Projekt-LV Element bearbeitet*). Im Teilprozeß *Herstellkosten kalkulieren* folgt in der Regel die Auswahl einer LV-Position (Prozeßschritt *Projekt-LV Element spezifizieren*), die funktional durch das Modul *Kalkulation* unterstützt wird. Der weitere Prozeßablauf im Fachgebiet **Kalkulation** umfaßt den gesamten Teilprozeß *Herstellkosten kalkulieren*, an den sich der Teilprozeß *NU-Anfrage durchführen* anschließt. In diesem Teilprozeß werden unter der fachlichen Verantwortung der **Kalkulation** die entsprechenden Anfrage-LV's für NU-Leistungen aus LV-Elementen im Projekt-LV zusammengestellt. Erst wenn kein weiteres Projekt-LV-Element (Ereignis *VENU-LV Elemente erzeugt*) für eine Preisanfrage als VENU-LV-Element zu spezifizieren ist, findet ein Übergang zum Fachgebiet **Einkauf** statt. Mit der inhaltlichen Erstellung des VENU-LV's endet somit die fachliche Verantwortung für das Fachgebiet **Kalkulation**. Die fachliche Verantwortung setzt - wegen der hierfür notwendigen Fachentscheidungen - wieder ein, sobald Bieterpreise im Preisspiegel ausgewerteter Bieter in den Kalkulationsstand zu übertragen sind (Prozeßschritt *Bieterpreise an die Kalkulation übergeben*).

Auf der Grundlage vorbereiteter Herstellkosten sind Materialpreise am Markt anzufragen. Da mit der Vorermittlung von Herstellkosten (Ereignis *Herstellkosten vorbereitet*) entsprechende Kalkulationsansätze mit Material-KOA's vorliegen, erfolgt eine Verzweigung zum Teilprozeß *Material anfragen*, um einen Materialauszug zur Preisanfrage zu erzeugen (Ereignis *Materialauszug erzeugt*). Das Vorliegen des Materialauszugs führt zum Prozeßübergang in den spezifischen Ablauf des Fachgebiets **Einkauf**.

Der weitere Prozeßablauf führt für das Fachgebiet **Kalkulation** über die Teilprozesse *Angebot erzeugen*, *Auftragskalkulation erzeugen* und *Auftragskalkulation bearbeiten*. Wie aus der Abbildung 8.2 hervor geht, erfolgt der Phasenwechsel zur Projektphase „Auftragsausführung“ unter der Verantwortung des Fachgebiets **Kalkulation**, wobei zunächst

der aktuelle Projektstand vom Status „Auftrag“ in den Status „Ausführung“ überführt wird (Prozeßschritt *ProjektPhase bearbeiten*). Mit dem Status „Ausführung“ (Ereignis *ProjektPhase Ausführung erzeugt*) erfolgt ein Übergang in den „allgemeinen“ Teilprozeß *ProjektStruktur bearbeiten*, in welchem das Projekt-LV durch das Fachgebiet **Kalkulation** ausgewählt und geöffnet wird. Der sich anschließende Teilprozeß *Arbeitskalkulation vorbereiten* fällt vollständig in die Verantwortung des Fachgebiets **Kalkulation**, der über das notwendige Hintergrundwissen zum Kalkulationsstand verfügt, um einen ersten Stand der Arbeitskalkulation vorzubereiten. Mit dieser Vorbereitung (Ereignis *Arbeitskalkulation vorbereitet*) folgen Verzweigungen zu den spezifischen Prozeßabläufen der Fachgebiete **Arbeitsvorbereitung** und **Baustelle**.

**Fachgebiet Einkauf:** Der zu betrachtende spezifische Prozeßablauf in der Projektphase „vor Auftragsausführung“ durchläuft zunächst im Teilprozeß *NU-Anfrage durchführen* den Prozeßschritt *VENU-LV bearbeiten*, da in diesem Fachgebiet eine Auswahl des jeweiligen NU-LV's erforderlich ist. Insofern handelt es sich hierbei um einen gemeinsamen Prozeßschritt, den auch das Fachgebiet **Kalkulation** durchläuft. Der Übergang vom Teilprozeß *NU-Anfrage durchführen* zum Teilprozeß *Preisspiegel bearbeiten* erfolgt jeweils, sobald ein entsprechendes Anfrage-LV für NU-Leistungen erzeugt wurde (Ereignis *VENU-LV Elemente erzeugt*). In der Verantwortung des Fachbereichs **Einkauf** folgen im Teilprozeß *Preisspiegel bearbeiten* die Festlegung der Bieter, die NU-Anfrage (Prozeßschritt *VENU-LV anfragen*) sowie die Auswertung des Preisspiegels (Prozeßschritt *Preisspiegel Auswertung bearbeiten*). Der spezifische Prozeßablauf endet in der Phase „vor Auftragsausführung“ für das Fachgebiet **Einkauf**, sobald ein Bieter für eine Preisübergabe feststeht (Ereignis *Bieter zur Preisübergabe festgelegt*), so daß ein prozeßmäßiger Übergang in das Fachgebiet **Kalkulation** erfolgt.

Ein prozeßmäßiger Übergang zum Teilprozeß *KOA-Katalog bearbeiten* erfolgt vom Fachgebiet **Kalkulation** zum Fachgebiet **Einkauf**, nachdem ein Materialauszug entsprechend dem Kalkulationsstand der Angebotskalkulation erzeugt wurde (Ereignis *Materialauszug erzeugt*). Sobald keine weiteren Materialpreise in den Material-KOA's zu bearbeiten sind (Ereignis *Materialpreise sind aktuell*), folgt der Teilprozeß *Angebot erzeugen*, der zum Fachgebiet **Kalkulation** gehört.

In der Projektphase „Auftragsausführung“ ergänzen die Teilprozesse *NU-LV ausschreiben*, *Preisspiegel bearbeiten* und *NU-Vergabe vorbereiten* den spezifischen Prozeßablauf. Die Prozeßschritte im Teilprozeß *Material anfragen* wiederholen sich, wenn die Arbeitskalkulation entweder vorbereitet oder aktualisiert wurde (Ereignisse *Arbeitskalkulation vorbereitet* bzw. *Arbeitskalkulation aktualisiert*). Von den Fachgebieten **Kalkulation** bzw. **Baustelle** zum Fachgebiet **Einkauf** vollziehen sich Übergänge zum Teilprozeß *KOA-Katalog bearbeiten*, nachdem Materialauszüge entsprechend der Kalkulationsstände der Arbeitskalkulation erzeugt wurden (Ereignis *Materialauszug erzeugt*), so daß Auswertungen der Kalkulationsstände folgen können.

Der Übergang vom Teilprozeß *NU-LV aus Projekt-LV erstellen* leitet für das Fachgebiet **Einkauf** den Teilprozeß *NU-LV ausschreiben* ein. Mit der Auswertung des Preisspiegels (Prozeßschritt *Preisspiegel Auswertung bearbeiten*) folgt ein Übergang zum Fachgebiet

**Baustelle**, wenn die Baustelle über die Vergabe von NU-Leistungen entscheidet.

**Fachgebiet Arbeitsvorbereitung:** In der Projektphase „Auftragsausführung“ übernimmt das Fachgebiet **Arbeitsvorbereitung** den aktuellen Projektstand (Ereignis *Arbeitskalkulation vorbereitet*). Der spezifische Prozeßablauf beginnt, wenn die auszuführenden Bauleistungen eine Konkretisierung durch geänderte bzw. zusätzliche Projekt-LV's erfordern (Prozeßschritt *Projekt-LV Element spezifizieren*). Die Prozeßschritte im Teilprozeß *Projekt-LV konkretisieren* verwenden auch in dieser Projektphase die Funktionen des Moduls *Projekt-LV-Bearbeitung*. Zur Konkretisierung des Projekt-LV's kann auch eine erneute Mengenermittlung notwendig sein. Dieser Teilprozeß endet, wenn die für eine Ausschreibung und Vergabe sowie für die spätere Umsetzung in der Arbeitskalkulation vorgesehenen NU-Leistungen im Projekt-LV vorliegen (Ereignis *NU-Leistungen im Projekt-LV vorbereitet*). Der Konkretisierung der NU-Leistungen folgt im Teilprozeß *VENU-LV aus Projekt-LV erstellen* eine Überarbeitung bzw. Neuerstellung der auszuschreibenden NU-LV's. Jedes NU-LV, das für eine Ausschreibung aus dem Projekt-LV aufbereitet wurde (Ereignis *VENU-LV aus Projekt-LV erzeugt*), führt zum Übergang in den Teilprozeß *NU-LV ausschreiben*, welcher eine vollständige Zuordnung zum Fachgebiet **Einkauf** hat.

**Fachgebiet Baustelle:** Eine Pflege und Auswertung der Arbeitskalkulation erfordert u.a. auch Anpassungen im Projekt-LV, die im Teilprozeß *Projekt-LV konkretisieren* durchgeführt werden. Dieser Teilprozeß wird somit auch im spezifischen Prozeßablauf des Fachgebiets **Baustelle** durchlaufen und endet in diesem Fall nach der jeweiligen Anpassung im Projekt-LV (Ereignis *Baustelle Projekt-LV geändert*). Die sich anschließenden Prozeßschritte zur Aktualisierung und Verwendung der Arbeitskalkulation sind vollständig dem Fachgebiet **Baustelle** zugeordnet.

Ein prozeßmäßiger Übergang vom spezifischen Prozeßablauf des Fachgebiets **Einkauf** zum Fachgebiet **Baustelle** tritt ein, wenn durch das Fachgebiet **Einkauf** ein Vergabevorschlag für eine Vergabe zuvor ausgeschriebener NU-Leistungen vorliegt (Ereignis *NU-Vergabe Vorschlag vorhanden*). Die sich anschließenden Teilprozesse *NU-Leistungen vergeben* und *NU-Nachtrag bearbeiten* bilden für das Fachgebiet **Baustelle** einen parallelen Zweig im Prozeßablauf. Für den Fall, daß ein GU-Nachtrag vorliegt oder der NU-Nachtrag einen GU-Nachtrag nach sich zieht, folgt für das Fachgebiet **Baustelle** in diesem Zweig der vollständige Teilprozeß *GU-Nachtrag bearbeiten*.

Mit der Aufbereitung und Zuordnung aller Nachtragspositionen zum GU-Nachtrag (Ereignis *alle NTPos zu GU-Nachtrag zugeordnet*) endet der Prozeßablauf für das Fachgebiet **Baustelle** und führt zu einem Übergang in das Fachgebiet **Kalkulation**, das die Kostenermittlung und Preisbildung für die jeweiligen Nachtragspositionen im Teilprozeß *GU-Nachtrag kalkulieren* bearbeitet. Mit dem im Ergebnis einer Nachtragskalkulation vorliegenden Nachtragsangebot (Ereignis *GU-Nachtrag Angebot erstellt*) folgt der erneute Übergang zum Fachgebiet **Baustelle**, das den Teilprozeß *GU-Nachtrag bewerten* durchläuft. Nach einer Bewertung der Kosten- und Erlössituation eines GU-Nachtrags (Ereignis *GU-Nachtrag vollständig bewertet*) schließen sich Übergänge zum Teilprozeß *Arbeitskalkulation auswerten* an, welche im Prozeßmodell nicht näher spezifiziert wurden.

**Fachgebiet Abrechnung:** Die Zuordnung der Prozeßschritte ergibt für das Fachgebiet eine Tätigkeitsfolge, die mit dem Teilprozeß *Projekt verwalten* und *ProjektStruktur bearbeiten* beginnt. Auf der Grundlage eines Stands der Arbeitskalkulation (Ereignis *Arbeitskalkulation aktualisiert*) beginnt in der Regel eine Bearbeitung der Rechnungs- und Leistungsmengen (Prozeßschritt *Dokument RE/LE-Mengen bearbeiten*). Bei der Zuordnung zum Prozeßmodell wird davon ausgegangen, daß der gesamte Teilprozeß *REuLE-Mengen bearbeiten* in die Verantwortung des Fachgebiets **Abrechnung** fällt. In diesem Fall werden die vorbereitenden Prozeßschritte zur Festlegung der Abrechnungs- und Berichtszeiträume im selben Fachgebiet unabhängig voneinander durchlaufen und führen zur getrennten oder auch gemeinsamen Erfassung von RE- und LE-Mengen. Der Teilprozeß *Mengentyp Mengen ermitteln* wird im Bedarfsfall aus der Erfassung der jeweiligen Wertfelder durchlaufen.

**Fachgebietsbezogene Funktionen:** Für jedes Fachgebiet besteht auf Grund der Modellbeziehung zwischen Prozeß- und Funktionsmodell im jeweiligen Prozeßschritt eine 1:n-Beziehung zu den im Funktionsbaum definierten Funktionen. Weil jede Funktion zu einem Modul gehört, haben fachgebietsbezogene Prozeßschritte ebenfalls eine Zuordnung zu einem Modul. Als Strukturelement im Funktionsbaum führt ein Modul die fachlichen Ausprägungen mehrerer Funktionen zusammen. Deshalb kann jedes Modul in der Anwendung auch den diesbezüglichen Bearbeitungsdialog zur Verfügung stellen, welcher durch den jeweiligen Prozeßschritt zu aktivieren bzw. zu deaktivieren ist. Die Beziehung zwischen Prozeßschritt und Modul ermöglicht somit die spezifische Vorgabe der Bearbeitungsdialoge für ein Fachgebiet. Außerdem stellt die an den Prozeßschritt gebundene Funktion ihre entsprechenden Elementarfunktionen zur Verfügung. Der ausführbare Funktionsumfang wird für die konkreten Fachgebiete auf genau diese Funktionen beschränkt. Zugriffe auf Dialoge und Elementarfunktionen, die nicht zum Fachgebiet gehören, bleiben ausgeschlossen.

**Fachgebietsbezogener Informationszugriff:** Durch eine spezifische Prozeßdefinition besteht die Möglichkeit, den für ein Fachgebiet erforderlichen Informationszugriff durch den jeweiligen Prozeßschritt vorzugeben. Sobald ein bestimmter Prozeßschritt durch ein eingetretenes Startereignis oder eine logische Kombination von Ereignissen erreicht wird, bestimmt dieser Prozeßschritt den Zugriff auf Informationstypen. Dabei wird sichergestellt, daß nur die für diesen Prozeßschritt zugeordneten Fachgebiete den Informationszugriff erhalten. Zugleich beschränkt sich der Zugriff auf die für den Prozeßschritt gerade benötigten Entitytypen. Den Informationszugriff durch die im spezifischen Prozeßablauf definierten Prozeßschritte zu steuern, erfordert prozeßorientierte Strukturen in ein System zu implementieren. Diese Strukturen sind bereits während der Entwicklung, z.B. im objektorientierten Design zu berücksichtigen. Bei der Wahl der Datenbanktechnologie steht im Vordergrund, daß diese geeignete Methoden zur gezielten Steuerung der Datenzugriffe im Multiuserbetrieb zur Verfügung stellen muß.

Auch wenn ein konkreter Bezug bei den modellierten Entitytypen auf den Prozeßschritt besteht, sind im Dialog des jeweiligen Moduls auch diejenigen Entitytypen dar-

zustellen, auf welche über Beziehungselemente eine Relation existiert. Der durch diese Informationsverketzung abzubildende Umfang an Entitytypen wird u.a. vom algorithmischen Zusammenhang der Funktionen im jeweiligen Dialog bestimmt.

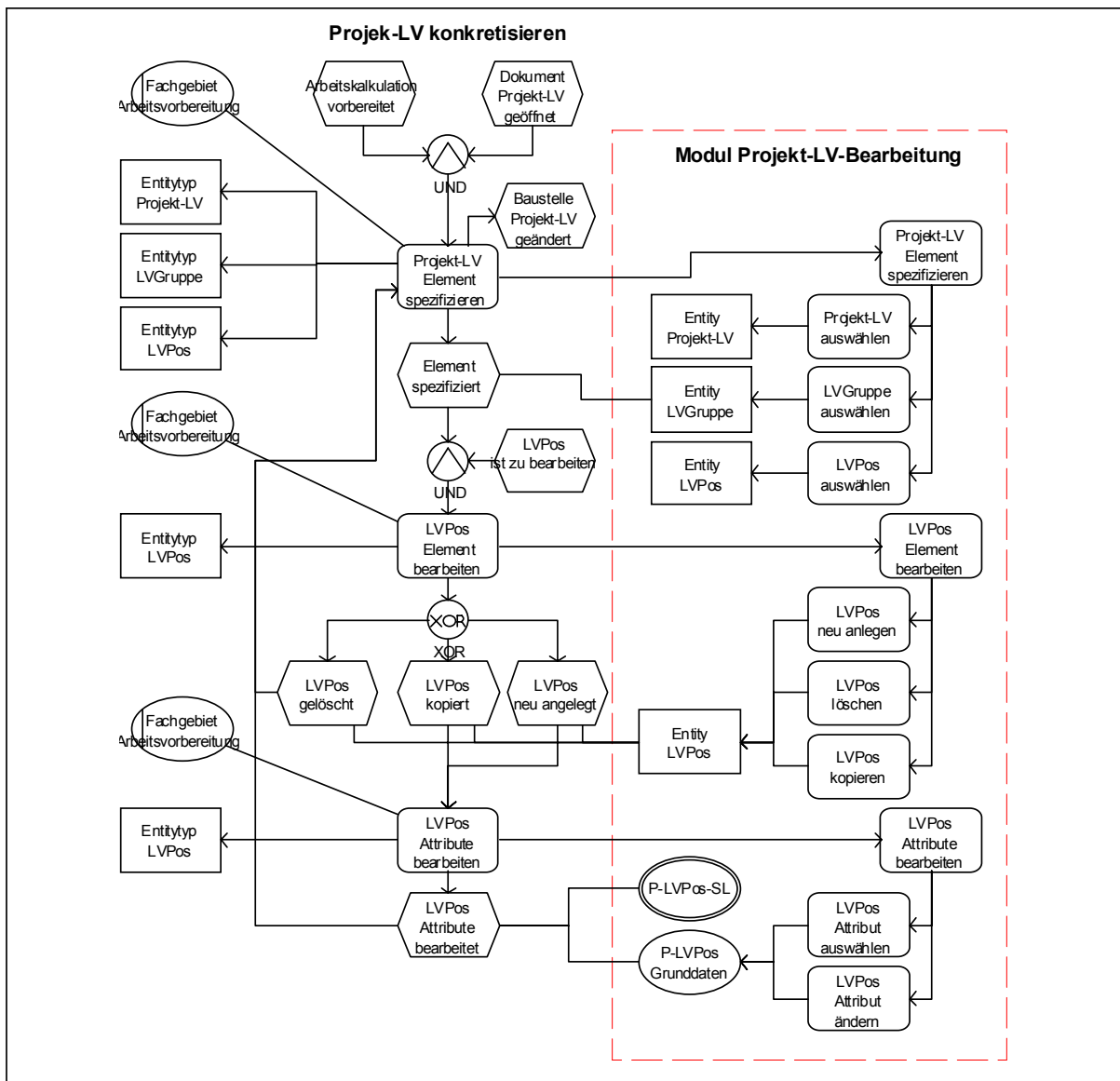


Abbildung 8.3: Beispiel einer spezifischen Arbeitsumgebung

Wenn z.B. im Modul *Projekt-LV-Bearbeitung* die Informationsobjekte der Entitytypen *Projekt-LV*, *Projekt-LVGruppe* und *Projekt-LVPos* zu bearbeiten sind, bestimmt das Modul aus dem Zusammenhang der Funktionen, daß diese Informationstypen ggf. anzuzeigen sind. Obwohl der Prozessschritt *LVPos Element bearbeiten* sich nur auf die LV-Position bezieht, erfolgt eine Visualisierung der erforderlichen Entitytypen im modulbezogenen Dialog.

Im Ergebnis der Auswertung der Modellbetrachtung sind Arbeitsumgebungen zu definieren, die für jedes Fachgebiet einen spezifischen Arbeitsablauf unterstützen. Die Abbildung 8.3 zeigt einen Ausschnitt aus einer spezifischen Arbeitsumgebung für das Fachgebiet **Arbeitsvorbereitung**, in welchem im Teilprozeß *Projekt-LV konkretisieren* eine Zuordnung zu Entitytypen und Funktionen besteht. Für die untergeordneten Elementarfunktionen wurden bearbeitete Entities bzw. Attribute angedeutet, die zu entsprechenden Ereignissen im Prozeßablauf führen. Dabei sind nur Entities zu bearbeiten, deren Entitytypen eine Zuordnung zum jeweiligen Prozeßschritt aufweisen. Eine technische Umsetzung derartiger Arbeitsumgebungen ermöglicht für jedes Fachgebiet, den Arbeitsplatz funktional auf das notwendige Maß zu beschränken, da nur der benötigte und nicht der vollständige Funktionsumfang zur Verfügung stehen muß. Die jeweilige Arbeitsumgebung bestimmt durch die am Prozeßschritt zugeordnete Informationsdefinition den möglichen Informationszugriff, welcher mit der funktionalen Spezifizierung verbunden ist. Aus diesem Zusammenhang heraus betrachtet der folgende Abschnitt das Zusammenwirken der Fachgebiete auf der Grundlage spezifischer Arbeitsumgebungen.

### 8.2.2 Zusammenspiel der Fachgebiete

Im Prozeß der Bauauftragsrechnung ergeben die Gemeinsamkeiten in den spezifischen Prozeßabläufen sowie die Prozeßübergänge ein Zusammenspiel zwischen den Fachgebieten, welches eine Vernetzung der Informationszugriffe und Funktionsanwendungen nach sich zieht. Das Zusammenspiel der Fachgebiete ist im Prozeßablauf sowohl durch gleiche als auch unterschiedliche Prozeßschritte gekennzeichnet. Gleiche Prozeßschritte entsprechen der asynchronen Ausführung identischer Tätigkeiten und haben dieselbe Zuordnung zu Funktionen und Entitytypen. Ein genauer Zeitpunkt für die Ausführung der Funktionen und Informationszugriffe ist dazu nicht zu bestimmen. Unterschiedliche bzw. - für das jeweilige Fachgebiet spezifische - Prozeßschritte kennzeichnen sich durch die Zuordnung zu denselben oder zu verschiedenen Entitytypen. Da jeder Prozeßschritt eine eindeutige Funktionszuordnung aufweist, besteht die Möglichkeit, daß in mehreren Prozeßschritten dieselben Funktionen zur Anwendung kommen. Eine Betrachtung des Zusammenspiels der Fachgebiete erfordert, diese gemeinsamen Funktionsanwendungen und Informationszugriffe aus der Sicht und Einflußnahme des jeweiligen Fachgebiets zu analysieren. Die folgende Analyse untersucht dazu die Aspekte:

- Gegenseitige Beeinflussung durch gemeinsame Informationszugriffe und die Anwendung gleicher Funktionen während der spezifischen Prozeßabläufe
- Einfluß von Prozeßschnittstellen als Übergänge zwischen den spezifischen Prozeßabläufen der Fachgebiete.

Die Betrachtung geht von der technischen Voraussetzung aus, daß ein vernetztes Informationssystem mit Multiuserfähigkeit vorliegt. Aus der Analyse folgen Erkenntnisse, welche Mechanismen zur Steuerung im Prozeß der Bauauftragsrechnung notwendig sind, wenn in den Fachgebieten gemeinsam in einem Informationssystem gearbeitet wird. Nachfolgend werden typische Situationen, die für ein Zusammenspiel der Fachgebiete wesentlich

sind, aus dem Prozeßablauf herausgelöst und erörtert. Die Ausführungen beschreiben am Beispiel der Projektphase „vor Auftragsausführung“ das Zusammenspiel der Fachgebiete **Angebotsvorbereitung**, **Kalkulation** und **Einkauf**.

**Gemeinsame Prozeßschritte:** Gemeinsame Prozeschritte ergeben sich aus der n:m-Beziehung zwischen Fachgebieten und Prozeßschritten. Aus der Relation zwischen Fachgebieten und Prozeßschritten und der Relation zwischen Prozeßschritten und Entitytypen geht hervor, daß für die Fachgebiete Zuordnungen zu denselben Entitytypen vorkommen. Insbesondere zum Einstieg in die jeweilige Arbeitsumgebung durchlaufen mehrere Fachgebiete dieselben Prozeßschritte. Aufgrund der Zuordnung zu gemeinsamen Prozeßschritten besteht die Möglichkeit, daß die Fachgebiete in denselben Informationsobjekten funktional zusammenwirken.

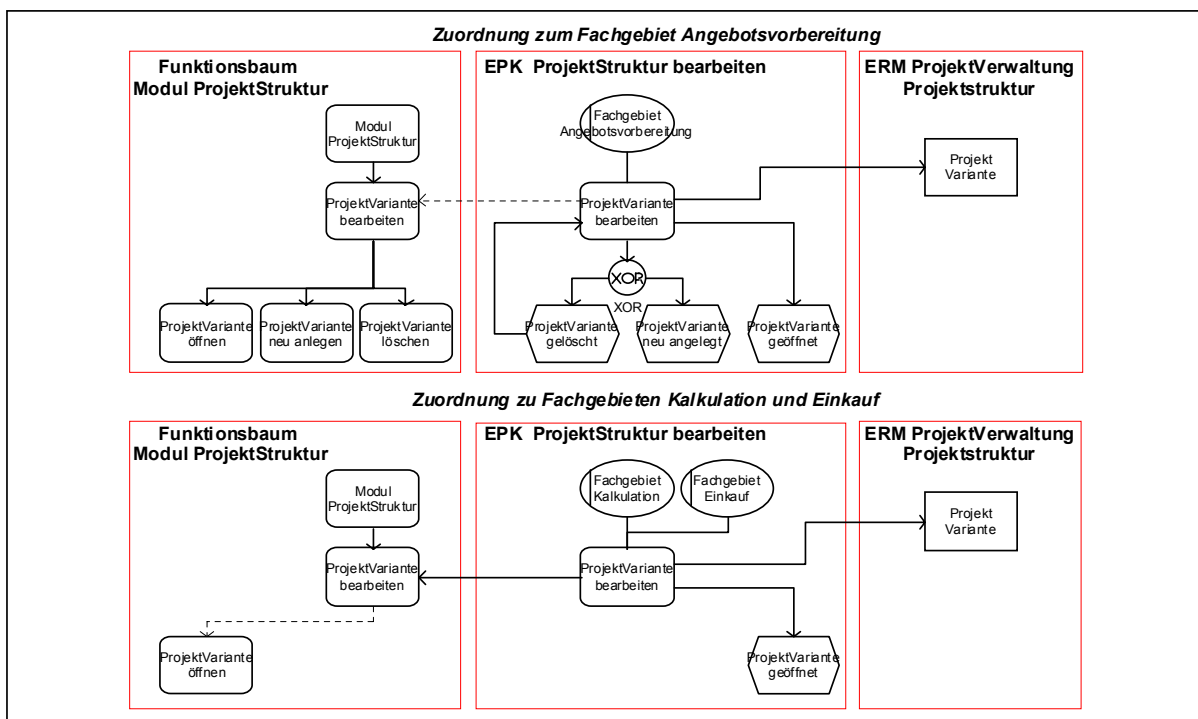


Abbildung 8.4: Gemeinsamer Prozeßschritt mehrerer Fachgebiete

Die Tätigkeiten im Fachgebiet **Angebotsvorbereitung** erzeugen Entities vom Typ *Projekt*, *ProjektVariante* und *Projekt-LV*. Sobald entsprechende Entities vorliegen, sind diese für die Fachgebiete **Kalkulation** und **Einkauf** verfügbar und somit für weitere Bearbeitungen auswählbar. Da die gemeinsamen Prozeßschritte *Projekt-DB bearbeiten* und *ProjektVariante bearbeiten* u.a. auch Elementarfunktionen zum Löschen bereitstellen, sind Mechanismen zur Funktionssteuerung notwendig, welche die Löschfunktion für die Fachgebiete **Kalkulation** und **Einkauf** deaktivieren. Die Abbildung 8.4 soll die funktionale Auswirkung einer Zuordnung der o.g. Fachgebiete zum Prozeßschritt *ProjektVariante*

*bearbeiten* beispielhaft verdeutlichen. Im Gegensatz zum Fachgebiet **Angebotsvorbereitung** steht die Elementarfunktion *ProjektVariante löschen* für die Fachgebiete **Kalkulation** und **Einkauf** nicht zur Verfügung. Aufgrund des eingeschränkten Funktionsumfangs können entsprechende Ereignisse nicht eintreten, so daß sich auch die möglichen Wege im spezifischen Prozeßablauf reduzieren. Für Entities vom Typ *Projekt-LV* und *VergabeEinheiten* gelten analoge Bedingungen und sind ebenfalls entsprechende Mechanismen zur Deaktivierung von Funktionen erforderlich. Diese Mechanismen sind z.B. als prozeßdynamisch wirkende Zugriffsberechtigungen auf Elementarfunktionen vorstellbar, die in Abhängigkeit vom Prozeßschritt konfigurierte Funktionalitäten für ein Fachgebiet freigeben oder sperren.

**Angebotsvorbereitung und Kalkulation:** Die spezifischen Prozeßabläufe dieser beiden Fachgebiete enthalten Prozeßschritte, deren Funktionen in den Fachgebieten unabhängig voneinander ausgeführt werden. Das Zusammenspiel der Fachgebiete wird durch dieselbe Zuordnung von Entitytypen zu den Prozeßschritten beider Seiten bestimmt. Diese Zuordnung läßt auch einen Zugriff auf dieselben Informationsobjekte zu.

Während des spezifischen Prozeßablaufs im Fachgebiet **Angebotsvorbereitung** entstehen im Teilprozeß *Projekt-LV bearbeiten* Informationsobjekte vom Typ *Projekt-LV-Gruppe* und *Projekt-LVPos*. Jedes neuangelegte Informationsobjekt führt zum prozeßmäßigen Übergang zum Fachgebiet **Kalkulation**. Da jedes Entity vom Typ *Projekt-LVPos* mit seinem Erscheinen im vernetzten System verfügbar ist, sind derartige Entities während des Prozeßschrittes *Projekt-LV Element spezifizieren* im Dialog des Moduls *Kalkulation* auszuwählen und in weiteren Prozeßschritten zu kalkulieren.

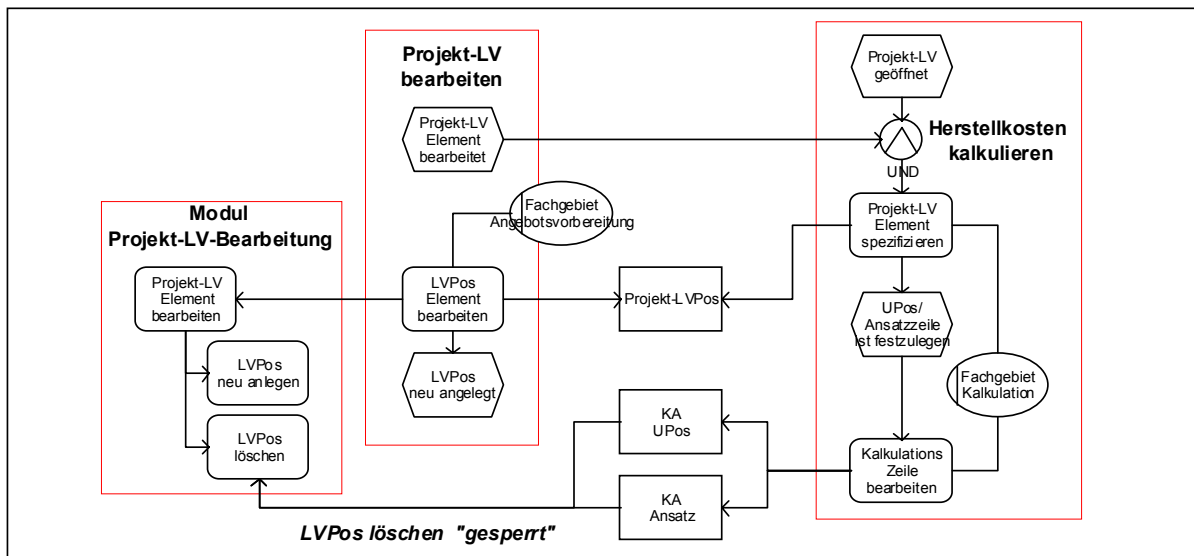


Abbildung 8.5: Zusammenspiel Angebotsvorbereitung und Kalkulation

Die Abbildung 8.5 zeigt einen Prozeßübergang zwischen den o.g. Fachgebieten. Auf



ein Informationsobjekt *Projekt-LVPos* kann während der Prozeßschritte von beiden Seiten zugegriffen werden. Die Elementarfunktion *LVPos löschen* im Modul *Projekt-LV-Bearbeitung* bewirkt, daß ein gelöscht Informationsobjekt im Fachgebiet **Kalkulation** nicht mehr zur Verfügung steht. Enthält eine LV-Position bereits Kalkulationsinformationen (EKT), d.h. es existieren Informationsobjekte vom Typ *KA UPos* und *KA Ansatz*, besteht die Notwendigkeit zum Setzen einer Statusinformation, welche die Lösch- bzw. Änderungsfunktionen der spezifischen Prozeßschritte für das Fachgebiet **Angebotsvorbereitung** sperrt. Notwendige inhaltliche Änderungen bei kalkulierten LV-Positionen sind an die Freigabe des o.g. Änderungsstatus durch das Fachgebiet **Kalkulation** gebunden. Eine gezielte Funktionseinschränkung ist in diesem Fall abhängig vom Status der beteiligten Informationsobjekte, was in der Abbildung 8.5 durch einen Verbindungspfeil zwischen den Entities *KA UPos* sowie *KA Ansatz* und der Elementarfunktion *LVPos löschen* angedeutet wird.

Eine technische Umsetzung ist in Form konfigurierbarer Optionen vorstellbar, die an die Prozeßschritte zur LV-Bearbeitung gebunden sind und auf die zugeordneten Elementarfunktionen wirken. Für den Fall, daß die beiden o.g. Fachgebiete derselben Organisationseinheit zugeordnet sind, kann die dargestellte Funktionseinschränkung per Optionseinstellung aufgehoben werden.

Während des spezifischen Prozeßablaufs im Fachgebiet **Kalkulation** besteht keine funktionale Einschränkung, d.h. alle Prozeßschritte werden im Dialog des Moduls *Kalkulation* funktional voll unterstützt.

**Kalkulation und Einkauf:** Aus dem spezifischen Prozeßablauf des Fachgebiets **Kalkulation** besteht ein prozeßmäßiger Übergang zum Fachgebiet **Einkauf** mit dem Ziel, aktuelle Preise für Baumaterial vom Markt einzuholen und im Informationssystem in den Kalkulationsstand einzupflegen. Die Abbildung 8.6 zeigt Abhängigkeiten im diesbezüglichen Zusammenspiel der beiden Fachgebiete im Prozeßablauf. Für die maßgeblichen Prozeßschritte wurden neben den zugeordneten Entitytypen auch Funktionen und durch Elementarfunktionen bearbeitete Entities angedeutet.

Der Teilprozeß *Material anfragen* beginnt mit dem Prozeßschritt *Materialauszug erzeugen*, welcher dem Fachgebiet **Kalkulation** zugeordnet ist, da eine Marktanfrage vom Stand der Kalkulationstätigkeiten abhängt. Liegt der Materialauszug als Dokument vor, kann der prozeßmäßige Übergang zum Fachgebiet **Einkauf** stattfinden. Erst mit dem Ereignis *Materialauszug erzeugt* sind entsprechende Materialanfragen sinnvoll, so daß ein Status zur Freigabe des Entitytyps *Projekt-Kataloge* entsteht. Mit diesem Status erhält das Fachgebiet **Einkauf** die Freigabe der diesbezüglichen Arbeitsumgebung aus dem Fachgebiet **Kalkulation** heraus. Mit dem Prozeßschritt *Katalog spezifizieren* führt der spezifische Prozeßablauf zum Öffnen des Entity *ProjektKOA Katalog*. Die weiteren Prozeßschritte zur Eingabe der aktuellen Materialpreise werden durch das Fachgebiet **Einkauf** eigenständig durchlaufen. Die Anwendung der mit dem Prozeßschritt *Material-KOA spezifizieren* möglichen Elementarfunktion *KOA neu anlegen*, *KOA löschen*, *KOA kopieren*- und *KOA verschieben* ist - verbunden mit dem o.g. Status zur Freigabe der Bearbeitung - gleichzeitig zu deaktivieren.

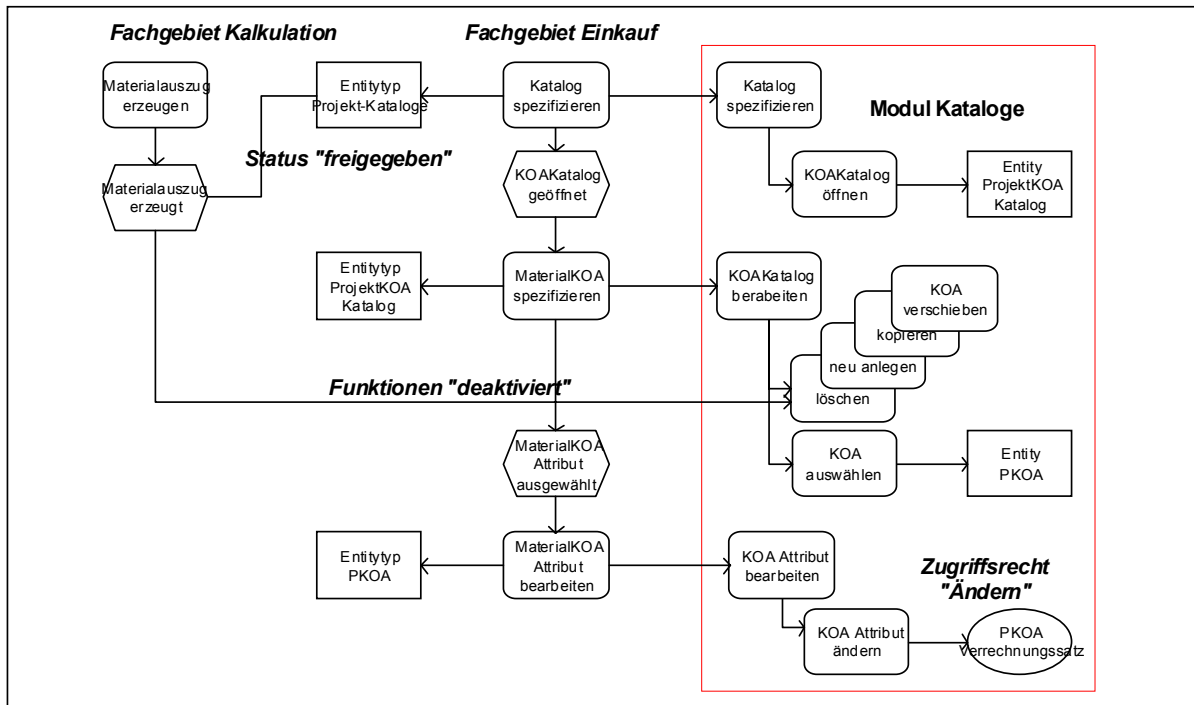


Abbildung 8.6: Kalkulation und Einkauf - Materialanfrage

Der Prozessschritt *MaterialKOA Attribut bearbeiten* bewirkt die Ausführung der Elementarfunktion *KOA Attribut ändern*. Diese Elementarfunktion ermöglicht in diesem Prozesszusammenhang nur das Ändern von Verrechnungssätzen zuvor ausgewählter Entities vom Typ *PKOA*, d.h. es besteht ausschließlicher Zugriff auf das Attribut *PKOA-Verrechnungssatz*. Die für das Fachgebiet **Einkauf** aus dieser Tätigkeit resultierende Zugriffsberechtigung „Ändern“ gilt nur für dieses Attribut des Entitytyps *PKOA*. Diese Änderung der Attributausprägungen der Entities vom Typ *PKOA* im spezifischen Prozessablauf des Fachgebiets **Einkauf** erzeugt zugleich für das Fachgebiet **Kalkulation** eine Änderung in den EKT's des Kalkulationsstands und ist nur bei Projekt-KOA's mit festem Verrechnungssatz möglich.

Die Einflußnahme vom Fachgebiet **Kalkulation** auf das Fachgebiet **Einkauf** beschränkt sich auf Prozessschritte, in denen Entities vom Typ *PKOA* zu bearbeiten sind. Für das Fachgebiet **Kalkulation** bezieht sich das im Teilprozeß *Herstellkosten kalkulieren* auf den Prozessschritt *KOA Attribut ändern*, welcher den Bearbeitungsdialog zur KOA-Bearbeitung im Modul *Kataloge* aufruft. Dieser „Quereinstieg“ wurde in der formalen Beschreibung nicht spezifiziert. Für das Fachgebiet **Einkauf** endet der Teilprozeß *Material anfragen* mit dem Ereignis *Materialpreise sind aktuell*, das z.B. durch einen von Hand gesetzten Status im Projekt-KOA-Katalog zum Ausdruck kommen kann. Der damit verbundene prozeßmäßige Übergang führt im Teilprozeß *Angebot erzeugen* zum weiteren spezifischen Prozessablauf des Fachgebiets **Kalkulation**. Für das Fachgebiet **Einkauf** besteht nach dem Setzen dieses Status weiterer Zugriff auf den Projekt-KOA-Katalog.

In den spezifischen Prozeßabläufen der Fachgebiete **Kalkulation** und **Einkauf** ergibt sich ein weiteres Zusammenspiel, wenn aktuelle Preise für vorgegebene NU-Leistungen vom Markt einzuholen und in den Kalkulationsstand einzuarbeiten sind.

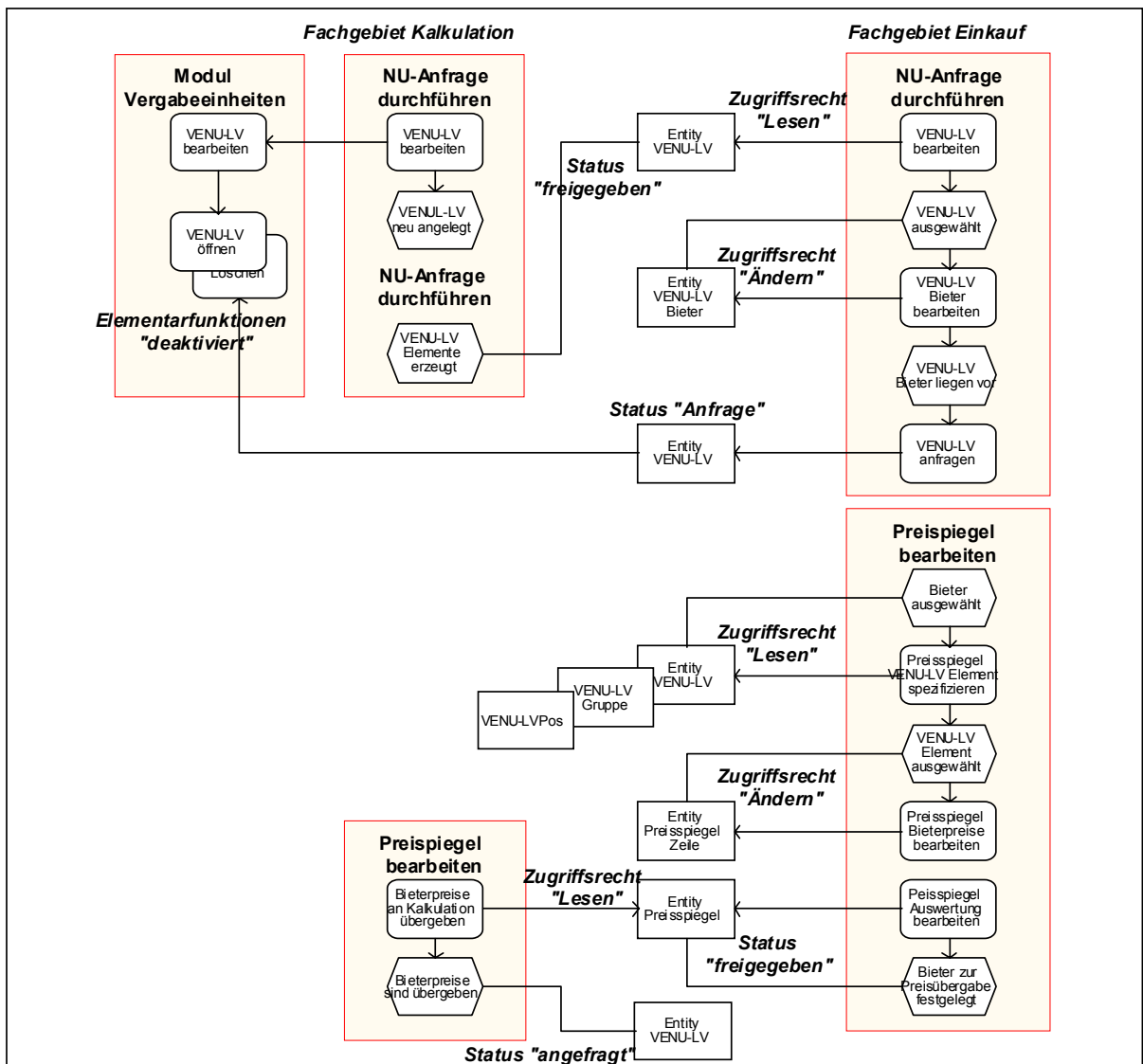


Abbildung 8.7: Kalkulation und Einkauf - Anfrage von NU-Leistungen

Die Abbildung 8.7 zeigt Abhängigkeiten im Zusammenspiel der beiden Fachgebiete bei der Anfrage von NU-Leistungen. Aus der Abbildung geht hervor, daß bestimmte Zustände der bearbeiteten Informationsobjekte den beiderseitigen Zugriff in den Arbeitsumgebungen steuern. Das diesbezügliche Zusammenspiel beginnt im Teilprozeß *NU-Anfrage durchführen*, in welchem durch das Fachgebiet **Kalkulation** das Anlegen und inhaltliche Zusammenstellen anzufragender NU-LV's vorbereitet wird. Mit dem Ereignis *VENU-LV Elemente erzeugt*, das einen Status „freigegeben“ setzt, steht das jeweilige

Entity vom Typ *VENU-LV* für eine NU-Anfrage am Markt bereit. Mit diesem Status liegt für das Fachgebiet **Einkauf** ein Zugriffsrecht zum „Lesen“ der jeweiligen Entities vom Typ *VENU-LV* sowie der untergeordneten Entities vom Typ *VENU-LVGruppe* und *VENU-LVPos* vor. Durch dieses Zugriffsrecht werden Änderungen im NU-LV generell ausgeschlossen. Sobald ein NU-LV durch das Fachgebiet **Einkauf** ausgewählt wurde, besteht für dieses Fachgebiet zur Erfassung der Bieter auf dem Entitytyp *VENU-LV Bieter* das Zugriffsrecht „Ändern“. Mit dem Prozeßschritt *VENU-LV anfragen*, der in der formalen Beschreibung nicht funktional spezifiziert wurde, setzt das Fachgebiet **Einkauf** einen Status „Anfrage“ für das NU-LV. Der Status „Anfrage“ verhindert im jeweiligen Entity *VENU-LV* inhaltliche Veränderungen durch das Fachgebiet **Kalkulation**. Elementarfunktionen, wie *VENU-LV löschen* und *VENU-LV öffnen*, werden durch diesen Status für das Fachgebiet **Kalkulation** deaktiviert. Dagegen bleiben Elementarfunktionen, wie *VENU-LV neu anlegen*, *VENU-LV importieren* zur Berarbeitung weiterer NU-Anfragen auch weiterhin aktiv.

Zur Bieterpreiserfassung besteht im Teilprozeß *Preisspiegel bearbeiten* mit der Auswahl eines Bieters (Ereignis *Bieter ausgewählt*) für das Fachgebiet **Einkauf** die Zugriffsberechtigung „Ändern“ auf die Entities vom Typ *Preisspiegel Zeile*. Dagegen erfolgt der notwendige Zugriff auf die Informationsobjekte der Typen *VENU-LV*, *VENU-LVGruppe* und *VENU-LVPos* mit dem Zugriffsrecht „Lesen“, so daß keine inhaltlichen Änderungen im NU-LV durch den **Einkauf** möglich sind. Das Ereignis *Bieter zur Preisübergabe festgelegt* kann durch eine vom Fachgebiet **Einkauf** im Preisspiegel gesetzte Freigabe eintreten und ermöglicht einen „lesenden“ Zugriff durch das Fachgebiet **Kalkulation** auf den Preisspiegel. Dieser Zugriff gestattet nur, die entsprechenden Elementarfunktionen für den Prozeßschritt *Bieterpreise an Kalkulation übergeben* auszuführen.

Mit der Übergabe der Bieterpreise eines NU-LV's an die Kalkulation wird der Status „angefragt“ vom System vergeben, der eine weitere Anfrage durch das Fachgebiet *Einkauf* verhindert. Bei der Notwendigkeit weiterer Anfragen kann dieser Status durch das Fachgebiet **Kalkulation** zurückgesetzt werden. Mit der Auswertung des Status „angefragt“ aller möglichen Informationsobjekte vom Typ *VENU-LV* kann das Ereignis *Alle NU-Anfragen bearbeitet* eintreten, welches den spezifischen Prozeßablauf für das Fachgebiet **Kalkulation** fortsetzt.

## 8.3 Anwendung in Fachapplikationen

### 8.3.1 Allgemeines

In den spezifischen Arbeitsumgebungen der Fachgebiete ergeben die Zuordnungen von Fachgebieten zu Prozeßschritten zugleich Zuordnungen von Entitytypen und Funktionen zu Prozeßschritten, aus denen sich Zugriffsberechtigungen auf diese Entitytypen und Funktionen ableiten lassen. Die für ein Zusammenspiel der Fachgebiete beispielhaft betrachteten Situationen zeigen, daß zusätzlich Zugriffe auf bestimmte Entities und auf Funktionen in Abhängigkeit vom spezifischen Prozeßablauf der Fachgebiete zu steuern sind. Für diese Steuerung des Prozeßablaufs sind Ereignisse „zuständig“, welche durch Statusattribute bestimmte auswertbare Zustände der beteiligten Entities ausdrücken. Diese Auswertung der Modellbetrachtung soll als Grundlage für eine praktische Anwendung in vorhandenen Fachapplikationen dienen. Im vorliegenden Abschnitt besteht die Zielstellung, derzeitige Systeme zur Bauauftragsrechnung mit Hilfe der Modellauswertung anzupassen. Schwerpunkt dieser Anpassung ist eine Umsetzung fachgebietsspezifischer Arbeitsumgebungen, welche ein Zusammenspiel der Fachgebiete ermöglichen. Da bei vorhandenen Systemen die Datenstrukturen und Funktionalitäten bereits implementiert wurden, beschränkt sich eine Anwendung der Modellauswertung der formalen Beschreibung auf die Möglichkeiten zur benutzerspezifischen Konfiguration (Customizing).

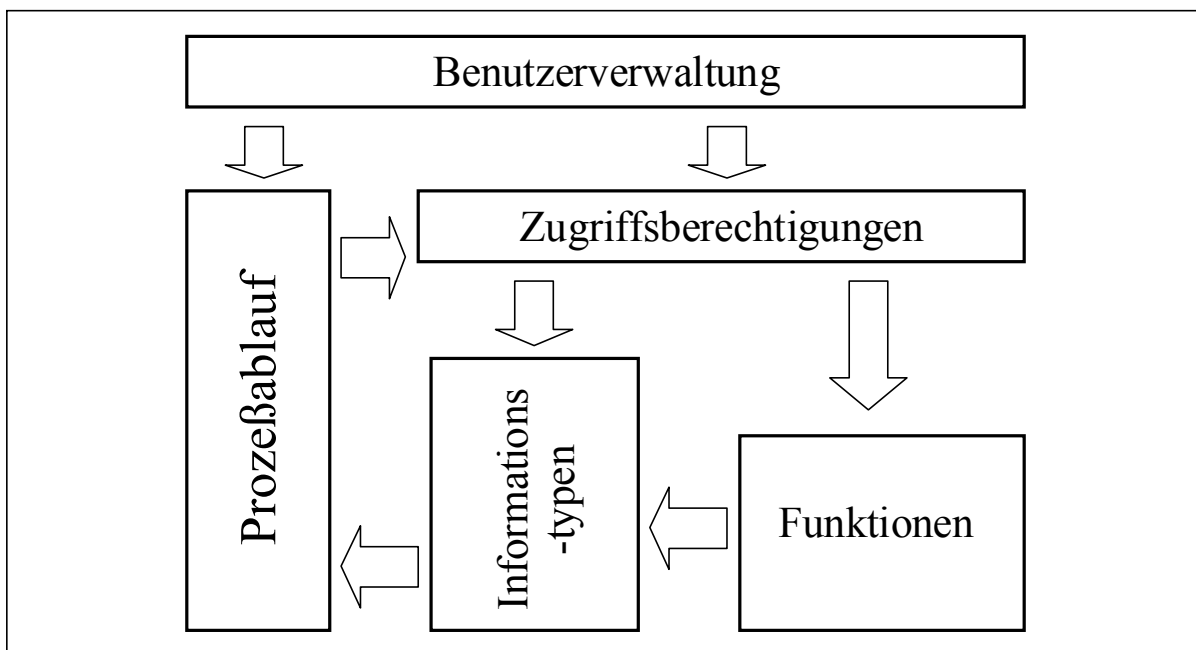


Abbildung 8.8: Konfigurationsvorgang

Die Abbildung 8.8 zeigt ein Schema für einen Konfigurationsvorgang, aus dem die erforderlichen Konfigurationsmöglichkeiten für ein Customizing auf der Grundlage der

formalen Beschreibung hervorgehen. Gemäß diesem Schema ist der beschriebene Prozeßablauf die Grundlage für spezifische Arbeitsumgebungen. Insofern sind prozeßorientierte Funktionalitäten zur Konfiguration eines Systems eine wesentliche Voraussetzung für ein Customizing. Eine Applikation sollte deshalb über funktionale Möglichkeiten verfügen, die Wirkungsweise von Funktionen sowie den Zugriff auf Informationstypen im Hinblick auf ablaufbezogene Tätigkeiten der Fachgebiete einzustellen. Das bedeutet, im Vorgang eines Customizings sind u.a. Zugriffsberechtigungen auf Informationstypen und Funktionen zu definieren, die dynamisch - in Abhängigkeit vom Prozeßablauf - wirken. Um diese Zugriffsberechtigungen entsprechend des Prozeßablaufs zu steuern, sind durch Einstellungen Algorithmen zur Auswertung der Zustände von Informationsobjekten erforderlich.

Diese Anforderungen sind auf die Möglichkeiten derzeitiger Systeme zu projizieren. Um dies zu präzisieren, werden die Modellelemente zunächst den funktionalen Strukturen der Applikationen gegenübergestellt und deren Möglichkeiten zur Konfiguration betrachtet. Die Gegenüberstellung soll zeigen, welche Bestandteile der formalen Beschreibung sich durch welche Eigenschaften in Applikationen abbilden lassen und welche strukturbedingten Grenzen in heutigen Applikationen bestehen. Insofern dienen die Modelldefinitionen der formalen Beschreibung als Referenz.

Mit der Gegenüberstellung werden die Möglichkeiten aber auch die Grenzen der Anwendung der Modellauswertung zur Konfiguration der Systeme deutlich. Besonderes Interesse gilt der Problemstellung, in welcher Form sich spezifische Prozeßabläufe innerhalb der heutigen Systeme konfigurieren lassen. Dabei werden die Konfigurationen von Verzeichnissen und Berechtigungen für ein System spezifiziert sowie die resultierenden Auswirkungen für ein Zusammenspiel der Fachgebiete diskutiert und ausgewertet.

### 8.3.2 Modelle und Fachapplikationen

Entsprechend des in der Abbildung 8.8 schematisierten Konfigurationsvorgangs sind die in ihrem Wirkungsprinzip dargestellten Bestandteile als eine Sollvorgabe für ein System zu präzisieren und mit den Möglichkeiten heutiger Systeme zu vergleichen. Die Grundlagen für eine Gegenüberstellung wurden im Abschnitt 4.2, „Stand der Technik“ betrachtet, der den gegenwärtigen Entwicklungsstand hierfür repräsentativer Fachapplikationen feststellt. Auf die bereits beschriebenen Inhalte und strukturellen Zusammenhänge wird nachfolgend erneut Bezug genommen. Die Aussagen zum Ist-Zustand dieser Systeme konzentrieren sich nur auf die wesentlichen Merkmale. Da die Modelle der formalen Beschreibung einer allgemeinen, fachlichen Sicht entsprechen, bestehen - z.B. in der Informationsstruktur - gegenüber derzeitigen Fachapplikationen vernachlässigbare Abweichungen.

**Prozeßschritte:** Wie aus der Abbildung 8.8 zu entnehmen ist, besteht eine wesentliche Anforderung an ein System, das in Auswertung der formalen Beschreibung konfiguriert werden soll, in der internen Prozeßorientierung. Hierzu sollten die Strukturen im System einen Prozeßablauf unterstützen, dessen Schrittfolge per Konfiguration fachspezifisch einer Organisationsstruktur zugeordnet werden kann.

Mit der Anwendung von Funktionen in heutigen Fachapplikationen werden Tätigkeiten ausgeführt, die einzelnen Prozeßschritten aus dem Prozeßmodell entsprechen, obwohl die Applikationen selbst keine Strukturierung nach einzelnen Prozeßschritten aufweisen. Einige Teilabläufe in der EPK sind in Applikationen mit fest vorgegeben Funktionsfolgen vergleichbar, welche sich in Abhängigkeit von Objekteigenschaften bzw. Zuständen beteiligter Informationsobjekte ergeben. Ein Beispiel hierfür ist eine Funktionssteuerung im Modul *Projekt-LV-Bearbeitung*. Im geöffneten *Projekt-LV* kann ein neues LV-Element nur angelegt werden, wenn die Ordnungszahl des zuvor ausgewählten LV-Elements dies zuläßt. Insofern bestimmen die Zustände der Informationsobjekte den weiteren Vorgang im Prozeßablauf. Da in der internen Vorgangssteuerung heutiger Applikationen keine identifizierbaren Prozeßschritte konfigurierbar sind, kann ein vollständiger Prozeßablauf nicht vorgegeben werden. Neue Implementierungen sollten jedoch unbedingt den Prozeßablauf mit konkreten Prozeßschritten präzisierbar unterstützen.

**Ereignisse:** Um einen Prozeßablauf steuern zu können, sollte in einem System eine algorithmische Verwertung von Statusinformationen, welche die Bearbeitungszustände beteiligter Informationsobjekte ausdrücken, möglich sein. Wenn derartige Statusinformationen mit Ereignissen der EPK gleichzusetzen sind, bestehen Möglichkeiten, die Prozeßschritte in ihrer Abfolge zu synchronisieren.

Bei der Anwendung heutiger Fachapplikationen entstehen durch funktionale Interaktionen bzw. infolge von Ermittlungen Zustände in den Informationsobjekten, die ggf. bestimmten Ereignissen im Prozeßmodell entsprechen. Wenn z.B. ein neues Projekt-LV angelegt wurde, erscheint dieses LV in der Regel als Dokument in der Projektstruktur einer Applikation. Im Prozeßmodell kommt dieser vergleichbare Zustand durch das Ereignis *Projekt-LV neu angelegt* zum Ausdruck. In den heutigen Systemen sind keine auf derartige Zustände reflektierende Algorithmen zur Steuerung weiterer Schritte im Ablauf vorhanden. Auswertungen von Zustandsinformationen, die den Status einer Bearbeitung in einem Informationsobjekt repräsentieren, sollten in neuimplementierten Systemen zur Steuerung der Vorgänge im Ablauf dienen. Insofern bestehen Möglichkeiten, daß Zustände auch Zugriffsberechtigungen dynamisch beeinflussen.

**Informationstypen:** Eine Konfiguration fachgebietsspezifischer Informationszugriffe ist in einem System möglich, wenn entsprechende Zugriffsberechtigungen auf die Informationstypen aus dem Prozeßablauf heraus dynamisch zu steuern sind. Deshalb wurde in der Abbildung 8.8 angedeutet, daß eine Benutzerverwaltung in Verbindung zum Prozeßablauf und zu den Zugriffsberechtigungen steht.

Die jeweiligen Entitytypen im ERM entsprechen in heutigen Fachapplikationen in der Regel implementierten Informationsklassen, die sich in den verschiedenen Ebenen der Datenbank- und Projektstrukturen - wie z.B. Projektgruppen, Projekte, Projektvarianten, Projekt-LV's, Vergabeeinheiten - abbilden. In Fachapplikationen sind für alle in einer Projektstruktur zu bearbeitenden Informationstypen in der Regel Zugriffsberechtigungen zu konfigurieren. Die Zugriffsberechtigungen greifen in vernetzten Systemen zumeist auf die Benutzerverwaltungen der Betriebssysteme zurück, in denen die jeweilige Firmen-

struktur nach hierarchischen Organisationsebenen aufbereitet wurde. Die Ebenen dieser ggf. komplexen Firmenstrukturen definieren Gruppierungen z.B. für Administratoren, Benutzergruppen und Benutzer. Durch eine Zuordnung von Benutzern zu Benutzergruppen erhalten die Benutzer die für Gruppen definierten Zugriffsrechte auf die jeweiligen Informationsklassen. Mögliche Varianten zur Gegenüberstellung der Modellelemente aus dem ERM und Klassendiagramm gehen aus der diesbezüglichen Literatur hervor und sollen an dieser Stelle nicht betrachtet werden [Scheer/ARIS 1998, S.6].

Die o.g. Anforderung, daß Zugriffsberechtigungen dynamisch, d.h. in Abhängigkeit vom Prozeßablauf, zu steuern sind, wird von heutigen Fachapplikationen nicht erfüllt. Bei neuen Implementierungen sollten die Zugriffsberechtigungen auf die jeweiligen Informationstypen von den konkreten Prozeßschritten im spezifischen Prozeßablauf gesteuert werden.

**Attribute:** Die in einem System implementierten Informationstypen sollten Attributdefinitionen enthalten, deren Ausprägungen in Informationsobjekten neben den zu bearbeitenden Informationen, wie Texte, Mengen, EKT usw., auch auswertbare Zustände dieser Informationsobjekte ausdrücken. In den Dialogen einer Fachapplikation werden Objekte bearbeitet oder nur angezeigt, die den Definitionen der Klassenattribute implementierter Informationsklassen entsprechen und mit den Attributen der Entitytypen im ERM vergleichbar sind. Die Attributdefinitionen, die im ERM bestimmte Zustände der Informationsobjekte zum Ausdruck bringen, sind in Fachapplikationen im Einzelfall mit Bezug auf die interne Ablaufsteuerung zu betrachten.

**Beziehungstypen:** Die Beziehungstypen zwischen den Entitytypen im ERM entsprechen den Beziehungstypen zwischen implementierten Informationsklassen einer Fachapplikation. Die durch Beziehungstypen definierten Beziehungen zwischen Informationsobjekten werden in Dialogen bzw. Bildschirmmasken einer Fachapplikation ggf. durch Abhängigkeiten zwischen den dargestellten Informationsobjekten deutlich. Zum Beispiel, wenn die Bearbeitung in einem Projekt-LV mit untergeordneten LV-Gruppen und LV-Positionen in einer Baumstruktur oder Tabelle erfolgt, werden beim Löschen von LV-Gruppen auch untergeordnete LV-Positionen wegen der existentiellen Abhängigkeit gelöscht.

**Funktionen:** Eine Konfiguration fachgebietspezifischer Funktionen in einem System ist möglich, wenn Zugriffsberechtigungen auf Funktionen aus dem Prozeßablauf heraus dynamisch gesteuert werden. Gemäß Abbildung 8.8 sind Funktionsberechtigungen erforderlich, die in Abhängigkeit vom Prozeßablauf wirken, so daß entsprechende Dialoge und Funktionen aktiviert bzw. deaktiviert werden.

Ein Modul im Funktionsmodell entspricht einem Paket, das mehrere Informationsklassen in sich vereinigt. In einer Fachapplikation gehören in der Regel ein Hauptdialog und ggf. mehrere Nebendialoge zu einem Paket gemäß dieser Moduldefinition. Das Modellelement *Funktion* im Funktionsmodell entspricht zumeist einer Gruppierung von



Menüfunktionen oder Einzelfunktionen im Haupt- oder Kontextmenü einer Fachapplikation. Die Elementarfunktionen aus dem Funktionsmodell sind den Einzelfunktionen im Haupt- oder Kontextmenü einer Fachapplikation adäquat. Für einige dieser Funktionen sind in heutigen Systemen statisch wirkende Funktionsberechtigungen zu konfigurieren (s. Abschnitt 4.3, „Zugriffsberechtigungen“).

Da die funktionalen Strukturen in heutigen Applikationen keine prozeßorientierte Steuerung der Funktionen ermöglichen, entsprechen die konfigurierbaren Arbeitsumgebungen nicht den Anforderungen der Praxis. Bei neuen Implementierungen sollten Funktionen von den konkreten Prozeßschritten im spezifischen Prozeßablauf gesteuert werden.

**Organisationsstruktur:** Um ein Organisationsmodell einer Baufirma in einem System umzusetzen, ist eine Benutzerverwaltung erforderlich, die eine hierarchische Organisationsstruktur mit Gruppen- und Benutzerdefinitionen zuläßt. Dabei sollten auch Zuordnungen von Benutzern zu mehreren Benutzergruppen möglich sein.

Die Konfigurationen heutiger Fachapplikationen basieren in der Regel auf Benutzerverwaltungen vernetzter Systeme, in denen Benutzergruppen beliebig definierbar sind, die den Fachbereichen bzw. den Fachgebieten entsprechen. Die Mitglieder einer Benutzergruppe haben die gleichen Einstellungen und Berechtigungen. Ein Benutzer entspricht einer Organisationseinheit und kann in Analogie zum Organigramm einer Benutzergruppe zugeordnet sein.

Die nachfolgenden Betrachtungen nehmen die Definition o.g. Benutzergruppen als Ausgangspunkt, um den Vorgang der Konfiguration einer Applikation zu erörtern. In der Bauauftragsrechnung führen die hierarchischen Informationsstrukturen eines Projekts zu einer Unterteilung der Vorgänge zum Customizing. Die im Abschnitt 4.4, „Konfiguration“ betrachtete Konfigurationsstruktur zeigte u.a. die Möglichkeiten auf, in einem System „Laufwerkseinstellungen“ und „Berechtigungen“ für Benutzergruppen oder einzelne Benutzer zu konfigurieren. In einem ersten Schritt sind Verzeichnisse bzw. Datenbankbereiche zur Verwaltung der Projekte durch statisch wirkende Einstellungen als Arbeitsbereiche für Benutzergruppen vorzugeben, in denen gemeinsamer Zugriff über den Prozeßablauf erfolgt. In einem weiteren Schritt sind Berechtigungen für die Informationstypen und ggf. Funktionen zu definieren. Dazu kommen Auswertungen der Modellbetrachtung aus dem Abschnitt 8.2, „Auswertung der Modellbetrachtung“ zur Anwendung.

### 8.3.3 Einstellung der Verzeichnisse

Unter der Annahme, daß die im Organigramm abgebildete Beispielfirma ein vernetztes System mit Datenbankservern betreibt, sind zunächst die Verzeichnisstrukturen für die Datenbereiche auf diesen Servern einzurichten. Die Abbildung 8.9 zeigt eine Verzeichnisstruktur einer Fachapplikation zur Bauauftragsrechnung. Mit diesem Konfigurationsschritt bekommt jeder Benutzer seine individuelle Verzeichnisstruktur auf einem Datenbankserver - einschließlich seiner Zugriffsberechtigungen bis auf die Ebene der Projekte in einer Projektverwaltung - zugewiesen. Die Zuweisung basiert zumeist auf den Definitionen

der Fachbereiche im Organigramm. Eine Zuweisung individueller Verzeichnisse zu einzelnen Fachgebieten würde keinen Sinn ergeben, da die Fachgebiete in der Regel spezifische Tätigkeiten in gemeinsamen Projekten ausführen.

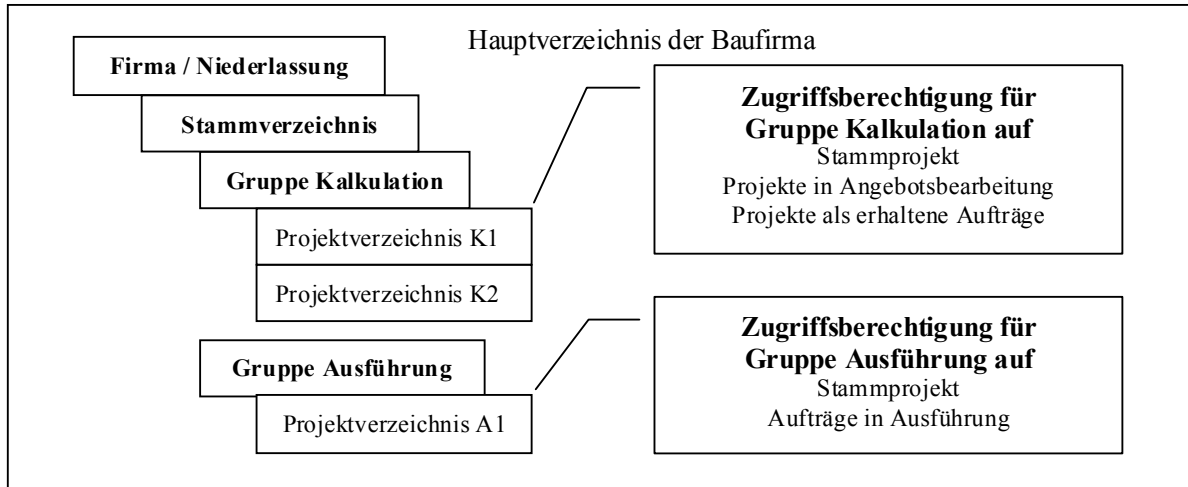


Abbildung 8.9: Verzeichnisstruktur auf Datenbankservern

**Benutzergruppen:** Zur Konfiguration von Berechtigungen sind im System Benutzergruppen anzulegen, die den Fachbereichen im Organigramm entsprechen. Zusätzlich sind Benutzergruppen für die Fachgebiete zu definieren. Die einzelnen Benutzer erhalten dann ihre Zuordnung zum Fachbereich und zu Fachgebieten gemäß dem Organigramm. Da im Organigramm z.B. die Organisationseinheit *Kalkulator/in* Mitglied der Gruppe **Kalkulation** ist und zugleich zum Fachgebiet **Kalkulation** gehört, sind die Berechtigungen auf die Verzeichnisse *Projektverzeichnis K1-* und *K2* sowie auf das *Stammverzeichnis* einzustellen. Zusätzlich wird für den *Kalkulator/in* die Berechtigung für das Verzeichnis *Projektverzeichnis P1* der *Gruppe Ausführung* benötigt, da der spezifische Prozeßablauf im Fachgebiet **Kalkulation** - z.B. zur Kalkulation von Nachträgen - auch Tätigkeiten dieser Gruppe beinhaltet.

Alle Mitglieder der *Gruppe Ausführung* erhalten ausschließlich den Zugriff auf ihren Datenbereich. Das Ergebnis der Verzeichnis- und Berechtigungsdefinition ist eine phasenbezogene Trennung der Datenbereiche. Nicht dargestellt wurde die *Gruppe Einkauf*, deren Berechtigungsdefinition den Zugriff auf beide Gruppen enthalten muß, da die Mitglieder dieser Gruppe sowohl während der Projektphase „vor Auftragsausführung“ als auch „Auftragsausführung“ den Datenbestand bearbeiten.

### 8.3.4 Konfiguration der Berechtigungen

Die weiteren Betrachtungen zum Customizing beziehen sich auf die Tätigkeiten in den jeweiligen Fachgebieten während einer Projektbearbeitung. Das Ziel des Konfigurationsvorgangs besteht in der Bereitstellung einer spezifischer Arbeitsumgebung, die ein Zusam-

Beispiel der Fachgebiete im System ermöglicht. Entsprechend der im Abschnitt 8.3.2, „Modelle und Fachapplikationen“ abgeleiteten Anforderungen an ein System, das in Auswertung der formalen Beschreibung zu konfigurieren ist, sollten die internen Strukturen im System einen Prozeßablauf unterstützen, dessen Schrittfolge per Konfiguration fachspezifisch einer Organisationsstruktur zugeordnet werden kann. Auf der Grundlage dieser Prozeßorientierung würde der Konfigurationsvorgang eine Zuordnung von Prozeßschritten zur Benutzerverwaltung, insbesondere zu den Benutzergruppen der Fachgebiete, beeinhaltend. Die somit mögliche fachgebietsbezogene Prozeßstruktur könnte die Zugriffsberechtigungen auf Informationstypen und Funktionen gemäß des Prozeßablaufs dynamisch steuern.

**Einschränkungen im Stand der Technik:** In heutigen Fachapplikationen ist für jedes Fachgebiet ein spezifischer Prozeßablauf als Teil des Gesamtprozesses funktional ausführbar, d.h. alle notwendigen Funktionen stehen zur Verfügung. Eine Möglichkeit zur prozeßspezifischen Konfiguration der erforderlichen Funktionalitäten besteht jedoch nicht, da keine durchgängige Strukturierung nach Prozeßschritten in den Systemen existiert. Somit sind die Möglichkeiten zum Customizing auf eine Vergabe statisch wirkender Berechtigungen beschränkt. Für eine Konfiguration spezifischer Arbeitsumgebungen der Fachgebiete stehen aufgrund dieser Einschränkungen Berechtigungen auf bestimmte Strukturelemente eines Projekts, die als objektorientierte Informationsklassen implementiert wurden, zur Verfügung.

Strukturlement Projektstruktur	Modul Dialog	Zugriffsberechtigung Fachgebiete		
		Angebots vorbereitung	Kalkulation	Einkauf
<b>Projektvariante</b>		VZ	VZ	VZ
	Projekt-LV	VZ	VZ	LZ
	<i>Kalkulation</i>	LZ	VZ	KZ
		<i>Mengenermittlung</i>	VZ	LZ
	Vergabeeinheiten	KZ	VZ	VZ
	<i>NU-LV-Bearbeitung</i>	KZ	VZ	VZ
		<i>Preisspiegel</i>	KZ	VZ
	Projekt-KOA-Katalog	KZ	VZ	VZ
	Projekt-Geräte-Katalog	KZ	VZ	KZ
		VZ = Vollzugriff, LZ = Lesen, KZ = Kein Zugriff		

Tabelle 8.1: Zugriffsrechte einer Projektstruktur

Nachfolgend werden die Möglichkeiten einer derartigen Konfiguration am Beispiel der Fachgebiete *Angebotsvorbereitung*, *Kalkulation* und *Einkauf* in der Projektphase

„vor Auftragsausführung“ betrachtet. Dazu zeigt die Tabelle 8.1 konfigurierte Zugriffsrechte der Fachgebiete auf Strukturelemente der Projektstruktur eines Systems. Konfigurationen für die Fachgebiete in der Phase „Auftragsausführung“ führen zu ähnlichen Ergebnissen, da diese auf denselben Konfigurationsmöglichkeiten beruhen.

Die Festlegung der Zugriffsstufen basiert auf der Auswertung der Modellbetrachtung und zeigt die Möglichkeiten zur Konfiguration spezifischer Arbeitsumgebungen im derzeitigen Stand der Technik. Im Abschnitt 4.3, „Zugriffsberechtigungen“ wurden mögliche Zugriffsrechte auf Strukturelemente einer Projektverwaltung und Projektstruktur bereits vorgestellt. Im derzeitigen Stand der Systeme stehen für eine Konfiguration nur Zugriffsstufen, wie „Vollzugriff“, „Lesen“ und „Kein Zugriff“ zur Verfügung. Dabei bedeutet „Vollzugriff“, daß ein Informationsobjekt des jeweilige Typs in der Projektstruktur neu angelegt, ausgewählt, geöffnet und geändert werden kann. Die Zugriffsstufe „Lesen“ erlaubt, ein Informationsobjekt zu öffnen und ggf. Informationen zu kopieren oder zu drucken. Eine Anwendung von Bearbeitungsfunktionen zur inhaltlichen Änderung oder zum Löschen eines Informationsobjekts ist dabei nicht möglich. Die Zugriffsstufe „Kein Zugriff“ sperrt den Zugang zu Informationsobjekten derartig konfigurierter Informationstypen. Die Wirkungsweise dieser Zugriffsstufen ist statisch, d.h. es erfolgt im System keine dynamische Veränderung oder Anpassung entsprechend des Prozeßablaufs. Da die Strukturelemente implementierten Informationsklassen entsprechen, wirken die konfigurierten Zugriffsstufen zugleich auch auf die implementierten Methoden, die als Funktionen zur Verfügung stehen. Spezielle Funktionsberechtigungen sind für heutige Systeme nicht verallgemeinerbar und können deshalb in weitere Betrachtungen nicht einbezogen werden. Im Rahmen der Möglichkeiten derzeitiger Systeme wurden die o.g. Zugriffsstufen auf Informationstypen der Projektstruktur konfiguriert, so daß Arbeitsumgebungen für die Fachgebiete entstehen. Ein „Vollzugriff“ auf Projekte in der Projektverwaltung der Systeme wurde für die beteiligten Fachgebiete durch Einstellungen der Verzeichnisse vorgegeben.

**Angebotsvorbereitung:** In der Projektstruktur muß „Vollzugriff“ auf die Strukturelemente *Projektvariante*, *Projekt-LV* sowie auf den Dialog *Mengenermittlung* bestehen, damit in diesem Fachgebiet Informationsobjekte dieser Typen neu angelegt und bearbeitet werden können. Da keine weiteren funktionalen Berechtigungen konfigurierbar sind, steht der gesamte Funktionsumfang zur Verfügung. Somit sind u.a. auch Lösch- oder Änderungsfunktionen unabhängig vom Status der Informationsobjekte ausführbar. Um dem Fachgebiet im Bedarfsfall Einsicht in den aktuellen Stand der Kalkulationsbearbeitung zu ermöglichen, wurde die Zugriffsstufe „Lesen“ für den Kalkulationsdialog konfiguriert. Für alle weiteren Strukturelemente der Projektstruktur besteht die Zugriffsstufe „Kein Zugriff“, da entsprechend des spezifischen Prozeßablaufs für das Fachgebiet keine Einsicht oder Bearbeitung diesbezüglicher Informationsobjekte notwendig ist.

**Kalkulation:** Mit Ausnahme der Informationsobjekte vom Typ *Mengenermittlung* ist für dieses Fachgebiet in der Regel „Vollzugriff“ auf alle Strukturelemente zur Ausführung spezifischer Tätigkeiten im Ablauf erforderlich. Obwohl in Informationsobjekten, wie den LV-Positionen im Projekt-LV, keine direkten Tätigkeiten auszuführen sind, erfordern den-

noch existentielle Abhängigkeiten zu anderen Informationsobjekten, wie z.B. zu Kalkulationsansätzen, diese Zugriffsstufe. Da keine differenzierten Berechtigungen auf Funktionen konfigurierbar sind, steht dem Fachgebiet der gesamte Funktionsumfang zur Verfügung.

**Einkauf:** Damit untergeordnete Informationsobjekte der Projektstruktur für das Fachgebiet erreichbar sind, wurde für Strukturelemente vom Typ *Projektvariante* die Zugriffsstufe „Vollzugriff“ konfiguriert. Um ggf. für Materialanfragen Texte in LV-Positionen einsehen zu können, wurde auf dem *Projekt-LV* die Zugriffsstufe „Lesen“ festgelegt. Für die Dialoge *Kalkulation* und *Mengenermittlung* besteht „Kein Zugriff“, da durch das Fachgebiet keine diesbezüglichen Bearbeitungen ausgeführt werden. Zur Bearbeitung von NU-Anfragen ist „Vollzugriff“ auf die Strukturelemente *Vergabeeinheiten*, *Projekt-KOA-Katalog* sowie auf die Dialoge *NU-LV-Bearbeitung* und *Preisspiegel* notwendig, da z.B. Bieter und Bieterpreise zu erfassen und auszuwerten sind. Da keine Bearbeitung im *Gerätecatalog* erfolgt, wurde die Zugriffsstufe „Kein Zugriff“ festgelegt.

### 8.3.5 Auswirkungen der Konfiguration

Die im Ergebnis dieser Konfiguration aufbereiteten Arbeitsumgebungen der Fachgebiete greifen im Prozeß einer Projektbearbeitung ineinander. Dieser Abschnitt hat zum Ziel, die aus der Konfiguration folgenden Auswirkungen für das Zusammenspiel der Fachgebiete an Beispielen in der Projektphase „vor Auftragsausführung“ zu erörtern. Die im Abschnitt 8.2.2, „Zusammenspiel der Fachgebiete“ betrachteten Auswertungen der formalen Beschreibung sind Maßgabe für eine Diskussion der Möglichkeiten derzeitig aktueller Systeme.

**Gemeinsame Prozeßschritte:** Aus der Auswertung der Modellbetrachtung geht hervor, daß in den spezifischen Prozeßabläufen der betrachteten Fachgebiete u.a. Zuordnungen zu den Entitytypen *Projekt*, *ProjektVariante* und *Projekt-LV* vorliegen, so daß während der Prozeßschritte Entities dieser Typen durch eine Anwendung von Funktionen zu bearbeiten sind. Eine Konfiguration dieser Zuordnung erfordert, Zugriffsrechte auf die den Modellelementen entsprechenden Informationstypen zu vergeben. Da im Prozeßablauf ein gemeinsamer Zugriff auf diese Entitytypen durch alle beteiligten Fachgebiete erfolgen kann, sind gegenseitige Beeinflussungen möglich, die ggf. zusätzliche funktionale Berechtigungen erforderlich machen. Wie das in Abbildung 8.4, „Gemeinsamer Prozeßschritt mehrerer Fachgebiete“ betrachtete Beispiel zeigt, sind funktionale Berechtigungen erforderlich, die z.B. das Löschen o.g. Informationsobjekte nur einem „verantwortlichen“ Fachgebiet erlauben.

**Gemeinsame Dialoge:** Da im derzeitigen Stand der Technik keine prozeßorientierten Strukturen vorliegen, sind die im Abschnitt 8.2.2, „Zusammenspiel der Fachgebiete“ betrachteten gemeinsamen Prozeßschritte der formalen Beschreibung nur mit gemeinsam angewendeten Funktionalitäten in den Dialogen der Projektverwaltung und Projektstruktur heutiger Systeme vergleichbar. Für alle Fachgebiete besteht aufgrund der zugewiesenen

Verzeichnisse „Vollzugriff“ auf das jeweilige Projekt in der Projektverwaltung der Systeme. Da alle Fachgebiete Informationsobjekte in der Projektstruktur auswählen und ggf. zur Bearbeitung öffnen müssen, ist in den Systemen die Zugriffsstufe „Vollzugriff“ für alle Fachgebiete auf die Informationsobjekte des Typs *Projektvariante* notwendig. Aufgrund dieser konfigurierten Zugriffsstufe können gemeinsam ausführbare Funktionen im Zusammenspiel zu Konfliktsituationen, z.B. durch das Löschen von Informationsobjekten des Typs *Projektvariante*, führen. Da die Strukturen in heutigen Systemen keine weiteren funktionalen Berechtigungen in gemeinsamen Dialogen zulassen, sind diese Konfliktsituationen nicht auszuschließen.

**Angebotsvorbereitung und Kalkulation:** Für das Zusammenspiel ist wesentlich, daß in den spezifischen Prozeßabläufen u.a. Zuordnungen beider Fachgebiete zum Entitytyp *Projekt-LVPos* bestehen. Der in Abbildung 8.5, „Zusammenspiel Angebotsvorbereitung und Kalkulation“ dargestellte beiderseitig mögliche Zugriff auf Entities vom Typ *Projekt-LVPos* erfordert zusätzliche funktionale Mechanismen. Diese Funktionalitäten sollten für das Fachgebiet *Angebotsvorbereitung* im Modul *Projekt-LV-Bearbeitung* die Anwendung von Elementarfunktionen zur Änderung bereits kalkulierter LV-Positionen, d.h. Entities vom Typ *Projekt-LVPos* zu denen Entities der Typen *KAUPos* bzw. *KAAnsatz* in Beziehung stehen, deaktivieren.

Entsprechend der in heutigen Systemen vorhandenen Konfigurationsmöglichkeiten wurde die Zugriffsstufe „Vollzugriff“ auf Strukturelemente vom Typ *Projekt-LV* konfiguriert. Die für das Fachgebiet ***Angebotsvorbereitung*** konfigurierte Zugriffsstufe „Lesen“ auf den Kalkulationsdialog kann lediglich Änderungen der Kalkulationsansätze ausschließen. Im geöffneten Dialog der LV-Bearbeitung sind bereits kalkulierte LV-Positionen dennoch durch das Fachgebiet ***Angebotsvorbereitung*** zu ändern und ggf. zu löschen. Im derzeitigen Stand der Technik wird der Status kalkulierter LV-Positionen nicht ausgewertet, wodurch Konfliktsituationen im Zusammenspiel der Fachgebiete entstehen können. Eine mögliche fehlerhafte Änderung im Stand einer Angebotskalkulation durch das ***Angebotsvorbereitung*** ist nicht generell zu verhindern.

**Kalkulation und Einkauf - Materialanfrage:** Für dieses Zusammenspiel ist wesentlich, daß ein im Fachgebiet ***Kalkulation*** erzeugter Bearbeitungszustand weitere Zugriffsberechtigungen auf Informationsobjekte für das Fachgebiet ***Einkauf*** steuert. Die Abbildung 8.6, „Kalkulation und Einkauf - Materialanfrage“ zeigt, daß im spezifischen Prozeßablauf des Fachgebiets ***Kalkulation*** durch Erzeugen eines Materialauszugs eine Freigabe des Entitytyps *Projekt-Kataloge* folgt, wodurch das Fachgebiet ***Einkauf*** den notwendigen Zugriff auf das Entity *Projekt-KOA-Katalog* erhält. Zugleich wird dieser Zugriff auf die Auswahl von Entities vom Typ *PKOA* eingeschränkt, so daß ein Zugriffsrecht „Ändern“ für derartige Entities nur im Attribut *PKOA-Verrechnungssatz* besteht.

Entsprechend der in heutigen Systemen vorhandenen Konfigurationsmöglichkeiten wurde die Zugriffsstufe „Vollzugriff“ auf das Strukturelement vom Typ *Projekt-KOA-Katalog* konfiguriert. Da ein Zugriff auf den KOA-Katalog mit dieser Zugriffsstufe unabhängig vom Erstellen des Materialauszugs erfolgen kann, sind im KOA-Katalog mit

Ausnahme von Schlüsselfeldern beliebige Änderung in Informationsfeldern - wie z.B. Faktoren, Währungen und Verrechnungssätzen - durch das Fachgebiet **Einkauf** durchführbar. Diese unkoordinierten Zugriffsmöglichkeiten in heutigen Systemen können zu fehlerhaften Änderungen in den Kalkulationsständen führen.

**Kalkulation und Einkauf - Anfrage von NU-Leistungen:** Für dieses Zusammenspiel ist wesentlich, daß durch beide Fachgebiete erzeugte Bearbeitungsstände den gegenseitigen, aber auch eigenen Zugriff auf bestimmte Informationsobjekte und Funktionen steuern. Wie aus der Abbildung 8.7, „Kalkulation und Einkauf - Anfrage von NU-Leistungen“ hervorgeht, gibt das Fachgebiet **Kalkulation** ein fertiggestelltes Entity vom Typ *VENU-LV* für das Fachgebiet **Einkauf** frei, so daß für eine Markanfrage ein „lesender“ Zugriff auf dieses Entity - einschließlich des zugleich notwendigen Änderungszugriffs auf den Entitytyp *VENU-LV Bieter* - möglich wird. Der durch das Fachgebiet **Einkauf** erzeugte Status „angefragt“ eines Entity vom Typ *VENU-LV* deaktiviert für das Fachgebiet **Kalkulation** die Funktionen zur Änderung dieses Entity's.

Für das Fachgebiet **Einkauf** ist zur Erfassung der Bieterpreise mit der Spezifikation des jeweiligen NU-LV-Elements ein Zugriffsrecht zum „Ändern“ auf Entities vom Typ *Preisspiegel Zeile* verbunden. Mit der Auswertung eines Preisspiegels erfolgt durch das Fachgebiet **Einkauf** eine Freigabe auf dem Entity *Preisspiegel* verbunden mit dem Zugriffsrecht „Lesen“ für das Fachgebiet **Kalkulation**, das die Preise eines ausgewählten Bieters in den Kalkulationsstand überträgt.

Entsprechend der vorhandenen Konfigurationsmöglichkeiten heutiger Systeme wurde die Zugriffsstufe „Vollzugriff“ auf das Strukturelement vom Typ *Vergabeeinheiten* sowie auf die Dialoge *NU-LV-Bearbeitung* und *Preisspiegel* konfiguriert. Da keine weiteren funktionalen Berechtigungen, die den Bearbeitungsstand der NU-LV's berücksichtigen, zu konfigurieren sind, kann ein Zusammenspiel der Fachgebiete mit dieser Zugriffsstufe nicht präzise koordiniert werden. Die Zugriffsstufe „Vollzugriff“ hat zur Konsequenz, daß beliebige Änderungszugriffe beider Seiten möglich sind, wodurch Konfliktsituationen entstehen können. Für das Fachgebiet **Einkauf** besteht z.B. die Möglichkeit, zu einem beliebigen Zeitpunkt Änderungen in den vom Fachgebiet **Kalkulation** bearbeiteten NU-LV's vorzunehmen oder diese zu löschen. Änderungen in bereits angefragten NU-LV's durch das Fachgebiet **Kalkulation** sind ebenfalls nicht auszuschließen. Der Zeitpunkt einer Übernahme von NU-LV's durch das Fachgebiet **Einkauf** wird von den Systemen nicht synchronisiert und erfordert organisatorische Abstimmungen.

Für alle Funktionen in den Dialogen zur Bearbeitung der *Preisspiegel* besteht Zugriff durch beide Fachgebiete. Somit sind die Funktionen zur Preisübergabe in einen aktuellen Kalkulationsstand nicht ausschließlich dem Fachgebiet **Kalkulation** vorbehalten, sondern auch durch das Fachgebiet **Einkauf** beliebig ausführbar. Eine Definition und Auswertung entsprechender Statusinformationen, welche z.B. die Preisübergaben in einen Kalkulationsstand im Zusammenspiel der Fachgebiete eindeutig regeln könnten, sind im derzeitigen Stand der Technik nicht vorhanden.

### 8.3.6 Zusammenfassung der Ergebnisse

Die Strukturen und Funktionalitäten im Stand heutiger Fachapplikationen ermöglichen eine Bearbeitung fachspezifischer Aufgaben zur Bauauftragsrechnung, so daß der formal beschriebene Prozeßablauf umsetzbar ist. Die Betrachtung zur Konfiguration hatte zum Ziel, die Möglichkeiten zur Aufbereitung spezifischer Arbeitsumgebungen für die beteiligten Fachgebiete in heutigen Systemen zu erörtern. In diesen spezifischen Arbeitsumgebungen sollte ein gezielter Zugriff auf benötigte Informationen mit den erforderlichen Funktionen im Zusammenspiel der Fachgebiete unterstützt werden.

Im Ergebnis der Konfiguration entstehen in den Systemen Arbeitsumgebungen, welche den Zugriff auf die Informationen sowie die Anwendung von Funktionen durch Berechtigungen einschränken. Eine prozeßorientierte Steuerung der Zugriffe auf Informationen und Funktionen ist nach dem heutigen Stand der Technik nicht zu konfigurieren. Aus der Auswertung der formalen Beschreibung sind bei der Konfiguration von Fachapplikationen Grenzen erkennbar, deren Ursachen im Aufbau und in der Struktur der derzeitigen Systeme liegen:

- Um das Tätigkeitsumfeld für ein Fachgebiet zu konfigurieren, stehen Zugriffsberechtigungen auf Datenverzeichnisse der Projektverwaltung, auf Strukturelemente der Projektstrukturen sowie auf Module bzw. Dialoge zur Verfügung. Eine Abgrenzung der Informationszugriffe und Funktionsanwendungen ist nur auf diesen (groben) Ebenen möglich. Mit der Zuordnung der möglichen Berechtigungen zu Benutzergruppen bzw. Benutzern sind die Systeme nach dem heutigen Stand der Technik nur statisch zu konfigurieren.
- Da in den heutigen Fachapplikationen keine interne Strukturierung zur Abbildung eines Prozeßablaufs konzeptionell vorgesehen ist, sind keine spezifischen Prozeßabläufe für die einzelnen Fachgebiete zu konfigurieren. Somit kann die Steuerung der Funktionalitäten und Informationszugriffe während der Anwendung nicht bezogen auf die Prozeßschritte erfolgen.
- Da keine Präzisierung nach Prozeßschritten möglich ist, sind die prozeßmäßigen Übergänge (Prozeßschnittstellen) zwischen den Fachgebieten nicht eindeutig bezüglich der Informationszugriffe und Funktionalitäten abzugrenzen. Das hat zur Konsequenz, daß die Prozeßübergänge zwischen den Fachgebieten in der Konfiguration der Systeme nicht zu berücksichtigen sind.
- Um ein Zusammenspiel der Fachgebiete zu koordinieren, sind Bearbeitungsstände der Informationsobjekte auszuwerten. Da in den Informationsdefinitionen der Systeme eine Attributierung wesentlicher Statusinformationen nicht vorhanden ist, bestehen keine Möglichkeiten zur gezielten Steuerung der Prozeßübergänge und gemeinsamen Informationszugriffe im Prozeßablauf.

Die Folgen der o.g. systembedingten Einschränkungen sind Fehlermöglichkeiten u.a. bei Preisübergaben in die aktuellen Kalkulationsstände oder unkontrollierte Änderungs-



möglichkeiten an beteiligten Informationsobjekten. Die mangelnde Organisationsunterstützung durch die heutigen Systeme erfordert zusätzliche organisatorische Abstimmungen, deren fachlicher Zusammenhang aus der formalen Beschreibung hervorgeht. Die fehlende Möglichkeit zur gezielten Funktionsvorgabe für einen Arbeitsplatz erschwert den Umgang mit diesen Systemen.

## 8.4 Neuimplementierung

### 8.4.1 Allgemeines

In den vorherigen Ausführungen wurden die strukturbedingten Grenzen bei der Anwendung der formalen Beschreibung im Stand der heutigen Fachapplikationen deutlich. Eine Lösung der Problemstellung bieten Design und Implementierung eines neuen Systems, dessen Struktur und inhaltliche Gestaltung auf der Methodik und den fachlichen Inhalten der formalen Beschreibung basiert. Der Abschnitt 8.4, „Neuimplementierung“ verfolgt das Ziel, einen möglichen Entwicklungsweg sowie die daraus resultierenden Ergebnisse einer Implementierung aufzuzeigen. Wenn die in der formalen Beschreibung angewendete Methodik die Grundlage für eine neuentwickelte Applikation bildet, sind die unter dem Abschnitt 8.2 beschriebenen „Auswertungen der Modellbetrachtung“ zu realisieren, die nach dem heutigen Stand der Technik nicht umsetzbar sind:

**Prozeßabbildung:** Ein Ziel der Neuentwicklung eines Systems ist eine konfigurierbare Prozeßabbildung, die während der Anwendung einen Prozeßablauf unterstützt. Der Prozeßablauf besteht aus Prozeßschritten, welche ausgelöst durch Interaktionen sowie in Abhängigkeit bestimmter Zustände der Informationsobjekte durchlaufen werden. Der Vorteil dieser Prozeßabbildung besteht in der möglichen Konfiguration spezifischer Prozeßabläufe für Organisationseinheiten, die eine Zuordnung zu einem oder mehreren Fachgebieten haben. Damit sollte für einen Anwender die Vorgabe einer Arbeitsumgebung eines oder mehrerer Fachgebiete bis auf die Ebene einzelner Prozeßschritte möglich sein. Im Hinblick auf die Realisierung von Organisationsanforderungen sind somit prozeßspezifische Tätigkeitsprofile umsetzbar. Diese Definitionsmöglichkeit ist auch eine Voraussetzung für das vernetzte Zusammenwirken verschiedener Fachgebiete innerhalb des Prozeßablaufs.

**Informationszugriff:** In Verbindung mit der möglichen Prozeßabbildung wird der gesamte Informationszugriff ebenfalls vom abgebildeten Prozeßschritt gesteuert. Wurde ein bestimmter Prozeßschritt infolge von Zustandsänderungen in Informationsobjekten oder Interaktionen erreicht, gestaltet der Prozeßschritt den Informationszugriff. Diese neue Eigenschaft ist insbesondere für das gemeinsame Arbeiten in einem integrierten Datenbestand von Bedeutung. Dabei wird sichergestellt, daß nur die für diesen Prozeßschritt berechtigten Benutzer den Informationszugriff erhalten. Gleichzeitig beschränkt sich der Zugriff auf die für den Prozeßschritt gerade benötigten Informationstypen.

**Funktionsvorgabe:** Analog zum prozeßgesteuerten Informationszugriff wird mit der möglichen Prozeßabbildung die spezielle Funktionsvorgabe ebenfalls vom abgebildeten Prozeßschritt gesteuert. Eine Funktionsvorgabe existiert auch in den zuvor betrachteten Systemen durch objektorientierte Operationen, die als Methoden der Informationsklassen implementiert wurden. Eine neue Qualität bietet die Prozeßorientierung, welche die Funktionsvorgabe vom Ablauf und nicht ausschließlich vom Informationsobjekt bestimmt. Diese Eigenschaft ermöglicht eine prozeßorientierte Konfiguration bis auf die Ebene der Elementarfunktionen.

### 8.4.2 Implementierungsweg

In den folgenden Ausführungen wird ein möglicher Entwicklungsweg betrachtet, der für eine Neuimplementierung einer Applikation die Schritte „Modellieren“, „Generieren“ und „Implementieren“ vorsieht. Eine diesbezügliche Entwicklungsumgebung kann auf einem Toolset basieren, das entsprechend dieser Entwicklungsschritte aus einem Modellierungstool, einem Designgenerator und einem Compiler besteht. Die nachfolgend angedeuteten Funktionalitäten in diesem Toolset beziehen sich auf ein „fiktives“ Werkzeug zur Unterstützung eines möglichen Vorgangs einer Neuimplementierung und stehen in der beschriebenen Weise nicht zur Verfügung. Die Grundlagen einer Vorstudie und Anforderungsanalyse für eine Neuentwicklung sind mit der Beschreibung im Teil I, „Bauauftragsrechnung“ gegeben. Mit den im Teil II, „Formale Beschreibung“ aufbereiteten Modellen und Modellbeziehungen liegt das wesentliche Ergebnis aus dem Entwicklungsschritt „Modellieren“ in dieser Arbeit bereits vor. Die diesbezügliche Vorgehensweise wird nachfolgend zusammengefaßt und in den Kontext des Implementierungswegs einbezogen.

**Modellieren:** Der Entwicklungsschritt „Modellieren“ erfolgt mit Unterstützung eines Modellierungstools. Dieses Modellierungstool hat eine grafische Modellierungsoberfläche, welche die Werkzeuge und Objekttypen zur Erstellung und Verwaltung der Modelle zur Verfügung stellt. Das „Modellieren“ beinhaltet die interaktiv grafische Aufbereitung der einzelnen Modellarten, die zunächst als Zwischenergebnis entstehen. Die modellierten Objekte werden durch das Modellierungstool mit allen Objektattributen - wie z.B. Objekttyp, Zuordnungs- und Verknüpfungparameter - in einer zugehörigen Objektdatenbank persistent vorgehalten. Die in der formalen Beschreibung angewandte Methodik ist Grundlage für die Erstellung der Modellarten.

- **Prozeßmodell:** Der erste Schritt umfaßt die Erstellung eines Prozeßmodells als EPK. Der Prozeßablauf kann auf einem Vorlagemodell basieren, das beim Modellieren die notwendigen Anpassungen erhält. Als Ergebnis entsteht ein durchgängiges Prozeßmodell zur Bauauftragsrechnung, das alle Prozeßschritte und Ereignisse auf einer Modellierungsebene abbildet. Eine Aufteilung des Prozeßablaufs in mehrere Teilmodelle faßt Prozeßschritte zusammen, stellt aber keine eigenständige Ebene im Sinne einer EPK dar. Die Gliederung in Teilmodelle kann z.B. zu Dokumentationszwecken dienen.

- **Funktionsmodell:** Zur Aufbereitung des Funktionsmodells kann im Modellierungstool eine Objektbibliothek mit Standardfunktionen zur Verfügung stehen. Eine Standardfunktion enthält die im Kontext verschiedener Prozessschritte verwendbaren gleichen Elementarfunktionen - wie z.B. das Neuanlegen, Löschen, Kopieren, Verschieben oder Auswählen von Informationsobjekten. Beim Modellieren der Funktionsobjekte sind neben Standardfunktionen auch weitere „freie“ Funktionen zu definieren. Als Ergebnis entsteht ein modular-gegliedertes Funktionsmodell zur Bauauftragsrechnung, dessen Module Funktions- und Elementarfunktionsobjekte enthalten.
- **Informationsmodell:** Dem als ERM zu modellierenden Informationsmodell kann ein mit den wesentlichen Entity- und Beziehungstypen vorbereitetes Vorlagemodell zugrunde liegen. Die Präzisierung der Informationsdefinitionen erfolgt für Entitytypen, deren Attribute und Beziehungstypen. Als Ergebnis entsteht ein Informationsmodell zur Bauauftragsrechnung, welches die Basis für ein objektorientiertes Klassenmodell bildet.
- **Organisationsmodell:** Aus der Perspektive der Softwareentwicklung kann die Modellierung der Organisationsstruktur keine Grundlage für eine Implementierung sein, da hierfür keine unternehmensübergreifenden Vorgaben möglich sind. Die Zuordnung konkreter Fachbereiche, Fachgebiete und Personalpositionen zu Organisationseinheiten erfolgt im Customizing der Applikation. Das setzt voraus, daß die Möglichkeiten zum Customizing bei der Implementierung mit vorgesehen sein müssen. Eine ggf. beispielhaft abgebildete Organisationsstruktur wird in die Implementierung nicht einbezogen.
- **Modellzuordnungen:** Dem Vorgang der Modellerstellung folgt die Zuordnung der Modellobjekte. Den Ausgangspunkt bildet das Prozeßmodell, dessen darin definierte Prozessschritte als Zuordnungsbasis dienen. Aufgrund des komplexen Charakters der Modellarten Prozeß-, Funktions- und Informationsmodell sollte das Modellierungstool eine für die Zuordnung geeignete Funktionalität, wie z.B. durch Zuordnungstabellen oder Filter auf die Modellobjekte, unterstützen. Dem jeweiligen Prozessschritt werden eine adäquate Funktion aus dem Funktionsbaum des entsprechenden Moduls sowie die zugehörigen Entitytypen aus dem ERM zugeordnet. Das Ergebnis der Zuordnung wird in den entsprechenden Verknüpfungsattributen der Modellobjekte gespeichert.

**Generieren:** Das Ziel des Generierungsvorgangs besteht in der Erzeugung der möglichen Basiselemente für das objektorientierte Design und die Implementierung unter Verwendung des im Modellierungstool gespeicherten Modellentwurfs. Dem Generierungsvorgang liegen Verfahren zur Überführung vom prozeßorientierten in einen objektorientierten Ansatz zugrunde, deren nachfolgende Betrachtung nur andeutungsweise erfolgen soll.



Für die Überführung einer als EPK und ERM vorliegenden fachlichen Modelldefinition in einen objektorientierten Modellentwurf sind in die Literatur verschiedene Ansätze aufgeführt. Ein diesbezügliches Verfahren wird z.B. im Ansatz von Heß/Bungert beschrieben [Bungert/ Heß 1995, S.52-63]. Die Grundlage bildet die Beziehung von Prozeßmodell und Informationsmodell, in welcher einem Prozeßschritt entsprechende Entitytypen zugeordnet wurden. Der Ansatz unterstellt, daß die Modellierungsobjekte der EPK und des ERM in eine objektorientierte Klassendefinition zu überführen sind. Aus dem jeweiligen Entitytyp im ERM wird eine Informationsklasse abgeleitet. Somit entsteht z.B. aus einem Entity *Projekt-LV* ein analoges Objekt der entsprechenden Klasse. Ein Prozeßschritt zeigt auf eine Operation im Informationsobjekt, welche einer Methode der Informationsklasse entspricht. Die von den Prozeßschritten ausgelösten Ereignisse sowie die auslösenden Ereignisse werden den Operationen der Objekte bzw. den Methoden der Klasse zugeordnet. Von den Operationen ausgelöste Ereignisse erzeugen Nachrichten. Die Operationen anderer Objekte empfangen diese Nachrichten und interpretieren sie als auslösende Ereignisse. Die Abbildung 8.10 zeigt ein dem Ansatz entsprechendes Beispiel für die Bildung von Objekten aus der Zuordnung von Entities und Prozeßschritten. Die Entitytypen *Projekt-LV* und *LVGruppe* bilden die diesbezüglichen Informationsklassen.

In Erweiterung dieses Ansatzes sind aus der Betrachtung der Objekte die Definitionen für Fachklassen eines Klassenmodells abzuleiten, das Informationsdefinitionen, Operationen, Prozeßschritte und Ereignisse vereinigt. Darin entsprechen die Prozeßschritte den Objekten einer Fachklasse *Vorgang*, welche die Operationen der Objekte bzw. die Methoden der Informationsklassen ansteuern. Die Objekte der Informationsklassen werden durch Attribute definiert, die ihren Informationsinhalt analog zum ERM ausprägen. Die Informationsklassen stellen den Informationsobjekten entsprechende Methoden zur Verfügung, die mit Objekten einer Fachklasse *Funktion* kommunizieren. Die Objekte der Klasse *Funktion* leiten sich aus den Funktionen bzw. Elementarfunktionen des Funktionsmodells ab. Sie dienen als Referenzobjekte zur benutzerbezogenen Funktionsberechtigung. Die Methoden der Informationsklassen korrespondieren über Nachrichtenerzeugung und Nachrichtenempfang miteinander. Werden Ereignisse durch Zustandsänderungen in den Attributen der Informationsobjekte infolge von Operationen ausgelöst, erzeugen diese Operationen gleichzeitig Nachrichten, welche von den Vorgangsobjekten empfangen werden. Auf diese Weise kann das System einen Prozeßablauf ereignisgesteuert umsetzen.

Zur technischen Unterstützung kann ein Designgenerator zur Verfügung stehen, der die Modellobjekte interpretiert und die möglichen Definitionen, wie z.B. im Klassenmodell die entsprechende Fachklasse, nach den Regeln der UML benennt [Oestreich 1998, S.201ff]. Die Ergebnisse der Generierung werden z.B. als einfaches Klassenmodell auf einer grafischen Oberfläche abgebildet und sind zu editieren, d.h. der Designgenerator erzeugt einen Datenbestand und ist Werkzeug für den anschließenden Designvorgang sowie für eine Dokumentation. Auf der Basis der generierten Klassendefinition erfolgen die eigentliche Erstellung der Anwendungsarchitektur sowie die weitere Vervollständigung des objektorientierten Designentwurfs. Dazu gehören u.a. weitere Klassendefinitionen, Komponentenabgrenzung, Schnittstellenbildung sowie Maskendesign.

**Implementieren:** Die Implementierung setzt auf den vollständigen Designentwurf auf. Das „Implementieren“ umfaßt die schrittweise weitere programmtechnische Realisierung der Applikation, wie z.B. die Erstellung und Vervollständigung des Quellcodes für Fachklassen, Methoden und Algorithmen in der gewählten Programmierumgebung sowie die Datenbankbindung. Diese Arbeit hat keine programmtechnische Umsetzung dieser Vorgänge einer Neuentwicklung zum Ziel. Deshalb soll der folgende Abschnitt nur mögliche Ergebnisse einer derartigen Implementierung auf der Grundlage des betrachteten Entwicklungswegs aufzuzeigen.

### 8.4.3 Ergebnisse der Implementierung

Im Zuge einer Implementierung kann ein System entstehen, dessen Struktur und Funktionsweise die verschiedenen Sichten der fachlichen Modellierung in sich vereinigt. Die im Abschnitt 8.2, „Auswertung der Modellbetrachtung“ beschriebenen fachlichen Inhalte und organisatorischen Anforderungen kann dieses System vollständig verwirklichen. Da das Prozeßmodell als Steuerungssicht die Basis für die Modellbeziehungen bildet, ist die prozeßorientierte Struktur der Applikation ein wesentliches Ergebnis der Implementierung. Diese prozeßorientierte Struktur enthält als Kernelement eine *Vorgangsteuerung*, welche aus den Komponenten *Dialogmanagement*, *Informations-* und *Funktionsmanagement* besteht und in einem *Customizingmanagement* benutzerspezifisch zu konfigurieren ist.

**Vorgangsteuerung:** Abgeleitet aus dem Prozeßmodell wird ein Prozeßablauf mit Hilfe einer im Hintergrund wirksamen Vorgangsteuerung durchlaufen. Zur Verwaltung des Prozeßablaufs wird die Klasse *Vorgang* implementiert, deren Objekte die aus dem Prozeßmodell abgeleiteten Prozeßschritte repräsentieren. Die Objekte der Klasse *Vorgang* - nachfolgend auch „Vorgangsobjekte“ genannt - können im Customizing den Fachgebieten zugeordnet werden (s. Abschnitt, 8.4.4, „Customizing des Systems“). Da die *Vorgangsteuerung* im Hintergrund der konfigurierten Applikation wirksam ist, sind nur die im Prozeßablauf aktivierten Bestandteile auf der Benutzeroberfläche bezüglich Dialoge, Informationsdarstellung und Funktionalitäten für einen Anwender sichtbar.

**Dialogmanagement:** Die prozeßorientierte Steuerung der Benutzeroberfläche erfolgt durch das *Dialogmanagement (DMM)* auf den Wirkungsebenen Dialogvorgabe und Dialogbearbeitung. Die Wirkungsebene Dialogvorgabe bezieht sich auf die prozeßgesteuerte Vorgabe von Dialogeinheiten, die als Hauptdialoge und Nebendialoge in Form von Fenstern, Teilfenstern (Splittwindows), Masken oder Teilmasken usw. vorliegen können. Die Dialogvorgabe entspricht somit einer „externen“ Vorgangsteuerung. Basis für das *DMM* ist ein spezifischer Prozeßablauf, der sich aus zuvor konfigurierten Vorgangsobjekten ergibt. Die Grundlage für das „externe“ *DMM* bilden die implementierten Dialogeinheiten, welche aus den Ebenen *Modul* oder ggf. *Funktion* des Funktionsmodells abgeleitet wurden. Das jeweilige Vorgangsobjekt steuert den Aufruf einer notwendigen Dialogeinheit, wie z.B. den Hauptdialog der LV-Bearbeitung. Für jedes Vorgangsobjekt wird der entsprechende

Dialogaufruf durch Zustandsänderungen in den Informationsobjekten oder durch Interaktionen (eingetretene Startereignisse) ausgelöst. Durch die Vorgangsteuerung erfolgt eine Führung des Benutzers über den Prozeßablauf. Das bedeutet, es sind nur die jeweils ablaufbezogenen Dialoge aktiv und somit zu bearbeiten. Diese gezielte Einschränkung in der möglichen Dialogauswahl ist auf die jeweils im Prozeßablauf notwendige Bearbeitungsumgebung fokussiert. Vom Benutzer des Systems sind somit nur die zu seinem Aufgabengebiet zugeordneten Dialoge erreichbar.

Die Wirkungsebene der Dialogbearbeitung bezieht sich auf die Steuerung der internen Arbeitsweise im geöffneten Dialog. Die jeweils geöffnete Dialogeinheit verfügt über Mechanismen zum Aufruf, zur Darstellung und funktionalen Bearbeitung von Informationen. Das Vorgangsobjekt ist auch das Steuerungselement des „internen“ *DMM*. In Analogie zum Prozeßmodell (EPK) wird der jeweilige Prozeßschritt im Hintergrund durchlaufen. Im „internen“ *DMM* organisiert ein aktiviertes Vorgangsobjekt die Bereitstellung der notwendigen Werkzeuge - wie z.B. Register, Datenfelder, Tabellen - zur Visualisierung der Informationsobjekte und Dialogfunktionen zu deren Bearbeitung. Der ereignisgesteuerte Wechsel eines Vorgangsobjekts führt zu einer geänderten Arbeitsumgebung in derselben Dialogeinheit oder zum Übergang in eine andere Dialogeinheit.

**Informationsmanagement:** Innerhalb der Vorgangsteuerung steuert das *Informationsmanagement (IMM)* die Bereitstellung und nichtpersistente Verwaltung der Informationsobjekte. Abgeleitet aus der modellierten Zuordnung von Entitytypen zu Prozeßschritten stehen die implementierten Informationstypen in Beziehung zum jeweiligen Vorgangsobjekt der Vorgangsteuerung. Auf diese Weise aktiviert ein Vorgangsobjekt das *IMM*, das die benötigten Informationsobjekte bereitstellt. Die persistente Speicherung der Informationsobjekte implementierter Informationsklassen erfolgt in einer Datenbank. Da die Informationsklassen entsprechende Methoden enthalten, besteht eine direkte Verbindung zum Funktionsmanagement.

**Funktionsmanagement:** Als Teil der Vorgangsteuerung stellt das *Funktionsmanagement (FMM)* die zur Bearbeitung der Informationsobjekte erforderlichen Operationen bereit. Abgeleitet aus der modellierten Zuordnung von Funktionen zu Prozeßschritten stehen die implementierten Funktionsobjekte in einer konkreten n:1-Beziehung zu Vorgangsobjekten. Die aktivierten Elementarfunktionen referenzieren vorwiegend Operationen, welche als Methoden der Informationsklassen implementiert wurden. Folglich werden die implementierten Methoden vom Funktionsmanagement gesteuert, d.h. gemäß Vorgangsobjekt aktiviert bzw. deaktiviert.

**Customizingmanagement:** Als funktionale Komponente zur Konfiguration entsteht ein *Customizingmanagement (CMM)*, das eine flexible Definition der spezifischen Arbeitsumgebung ermöglicht. Die Vorgangsteuerung basiert auf implementierten Vorgangsobjekten, welche während der Konfiguration erreichbar sind. Im Ergebnis der Implementierung ermöglicht diese wesentliche Eigenschaft eine Zuordnung von Vorgangsobjekten zu

Elementen der Organisationsstruktur. Um eine derartige Prozeßkonfiguration, insbesondere für die Fachgebiete, vornehmen zu können, muß das *CMM* die Organisationsstruktur flexibel auf Basis eines hinterlegten Organisationsmodells verwalten. Das Prinzip des *CMM* wird am Abschnitt 8.4.4, „Customizing des Systems“ deutlich.

#### 8.4.4 Customizing des Systems

Die Vorgangsteuerung basiert auf implementierten Vorgangsobjekten, welche einen fixen Umfang an Informationstypen, wie auch Funktionen, aktivieren können. Zur Gestaltung der jeweiligen Arbeitsumgebung besteht die Möglichkeit, Vorgangsobjekte, Informationstypen und Funktionen durch ein system- bzw. benutzerspezifisches Customizing an die Erfordernisse einer Organisationsstruktur anzupassen. Zusätzliche nicht implementierte Informationstypen oder Funktionen sind nicht zu konfigurieren. Während sich der systemspezifische Customizingvorgang auf den jeweiligen Arbeitsplatz (Workstation, PC) bezieht, erfolgt das benutzerspezifische Customizing immer auf einen Benutzer oder eine Gruppe von Benutzern bezogen. Das bedeutet, im Ergebnis eines Customizing verwaltet das *CMM* Konfigurationsprofile, die entsprechend ihrer Art system- bzw. benutzerspezifisch zu aktivieren sind. Der Vorgang zum Customizing beinhaltet

- Erstellen der Organisationsstruktur
- Definition spezifischer Vorgangsprofile
- Vergabe von Berechtigungen
- Definition der Datenbereiche.

**Erstellen der Organisationsstruktur:** Die Grundlage zur Definition der Organisationsstruktur ist das Organisationsmodell, das im *CMM* zu erstellen ist. Der Umfang und die Komplexität einer Organisationsstruktur hängen von unternehmensspezifischen Erfordernissen ab. So können, z.B. bei konzernähnlichen Unternehmensstrukturen, zentrale und dezentrale Standorte in das abzubildende Organisationsmodell mit einbezogen sein. Technische Voraussetzungen hierfür sind die firmenweite Vernetzung (Intranet) und zentrale Benutzerverwaltung. Die Zuordnung von Benutzergruppen und Benutzern erfordert den Zugriff auf die Benutzerverwaltung des Unternehmens. Diese Zuordnung ermöglicht, daß der strukturelle Aufbau der Benutzerverwaltung von den Definitionen der Organisationsstruktur im *CMM* abweichen kann. Benutzer bzw. Benutzergruppen, die in der Benutzerverwaltung neu angelegt werden, sind in die Organisationsstruktur der Fachapplikation einzubinden. In der Benutzerverwaltung gelöschte Benutzer bzw. Benutzergruppen können zwangsweise aus der Organisationsstruktur im *CMM* entfernt werden.

**Definition spezifischer Vorgangsprofile:** Das *CMM* unterstützt das Erstellen spezifischer Vorgangsprofile für Organisationseinheiten. Ein spezifisches Vorgangsprofil entspricht im *CMM* einer aus Vorgangsobjekten abgebildeten Vorgangskette für eine konkrete



Organisationseinheit. Während der Anwendung des Systems benutzt die Vorgangssteuerung das aktuelle Vorgangsprofil, das z.B. beim Anmeldevorgang durch einen Benutzer aktiviert wird. Das jeweilige Vorgangsobjekt im spezifischen Vorgangsprofil aktiviert das „externe“ und „interne“ *DMM* und steuert somit die Dialogvorgabe und Dialogbearbeitung.

**Vergabe von Berechtigungen:** Die Zuweisung von Berechtigungen zur Ausführung der Vorgangsobjekte ist durch das jeweilige spezifische Vorgangsprofil bereits realisiert. Auf der Grundlage der verwalteten Organisationsstruktur kann für Organisationseinheiten im *CMM* die Zuweisung zusätzlicher Berechtigungen auf Informationsdefinitionen und Funktionen erfolgen, sofern die Notwendigkeit durch organisatorische Anforderungen bezüglich der Datensicherheit besteht. Die Festlegung von Berechtigungen äußert sich als gezielte Einschränkung bezogen auf die implementierten Informationstypen und Funktionen.

**Benutzerprofil:** Ein Organisationsprofil eines Benutzers entsteht im Zusammenwirken eines spezifischer Vorgangsprofils sowie konfigurierter Zugriffs- und Funktionsberechtigungen für eine Organisationseinheit. Ein spezifisches Vorgangsprofil existiert für ein Fachgebiet ohne die Zuordnung zu einer konkreten Personalposition bzw. Stelle. Durch die Zuweisung eines Benutzers oder einer Benutzergruppe zu einer Organisationseinheit entsteht ein entsprechendes Benutzerprofil.

**Definition der Datenbereiche:** Die funktionale Bearbeitung der Projekte erfolgt in der Projektverwaltung mittels implementierter Methoden der Klasse *Projekt*. Die organisatorische Anpassung im System erfordert die Definition der Datenorganisation. Dazu gehört die unternehmensweite Festlegung von Datenbereichen zur Verwaltung von Stamm- und Projektdaten auf den Datenservern. Auf der Grundlage der verwalteten Organisationsstruktur sind für Organisationseinheiten zumeist übergeordneter Ebenen der Organisationsstruktur die entsprechenden Datenbereiche - z.B. für Niederlassungen, Abteilungen, Fachbereiche und ggf. einzelne Benutzer - abzuleiten und somit vorzugeben. Wie in der Abbildung 8.9, „Verzeichnisstruktur auf Datenbankservern“ bereits angedeutet wurde, verwendet der Fachbereich **Kalkulation** für die Fachgebiete **Angebotsvorbereitung** und **Angebotskalkulation** in der Regel gemeinsame Datenbereiche zur Projektablage, die gegenüber den Datenbereichen des Fachbereichs **Baustelle** getrennt vorliegen. Die Ebenentiefe der Bereichsstruktur der Datenablage sowie die Bezeichnung der Datenbereiche in dieser Struktur können individuell festgelegt werden. Sie sind nicht auf die Organisationsstruktur fixiert.

Die Vergabe der Zugriffsberechtigungen auf die zuvor definierten Datenbereiche muß in Verbindung mit der Organisationsstruktur erfolgen. Dabei wird die jeweilige Organisationseinheit dem entsprechenden Datenbereich in einer 1:n-Beziehung zugeordnet. Zum Beispiel muß der Fachbereich **Einkauf**, der sowohl für die Angebotskalkulation als auch für die Bauausführung Zuarbeiten leistet, in beiden Datenbereichen Zugriff haben. Auf den Datenbereich ist der Typ einer Zugriffsberechtigung - wie z.B. „Vollzugriff“, „Ändern“,

„Lesen“, „Kein Zugriff“ - festzulegen. Dieser Typ bewirkt, daß der jeweiligen Organisationseinheit nur der diesbezügliche Zugriff erlaubt ist. Eingeschränkte Zugriffsrechte auf den Datenbereich werden auf die Projektebene und untergeordneten Ebenen der Informationsdefinitionen vererbt.

### 8.4.5 Beurteilung der Ergebnisse

Nach der Betrachtung der Ergebnisse einer Implementierung sowie des Customizing soll dieser Abschnitt ein derartig implementiertes und konfiguriertes System beurteilen und die daraus resultierenden Konsequenzen ableiten. Die dargestellten Ergebnisse und Möglichkeiten zeigen, daß die konzeptionelle Vorgehensweise bei der Entwicklung für den strukturellen Aufbau eines Systems von entscheidender Bedeutung ist. Wenn für die Konzeption eines Informationssystems zur Bauauftragsrechnung die im **Teil II** aufbereitete „Formale Beschreibung“ zugrunde liegt, kann ein System entstehen, welches die wesentlichen Organisationsanforderungen unterstützt.

**Spezifische Arbeitsumgebung:** Die im Abschnitt 8.4.3, „Ergebnisse der Implementierung“ betrachtete prozeßorientierte Struktur und Funktionsweise basiert auf einer Vorgangsteuerung, welche den Prozeßablauf mittels implementierter Vorgangsobjekte abbildet. Mit Hilfe der im Abschnitt 8.4.4, „Customizing des Systems“ beschriebenen Vorgangprofile können im Ergebnis des Customizing spezifische Arbeitsumgebungen entstehen. Diese Arbeitsumgebungen enthalten den jeweils abgegrenzten Umfang an Dialogen, Funktionen und Informationstypen, welchen der Prozeßablauf für ein Fachgebiet benötigt.

Die infolge der Vorgangsteuerung gezielten Einschränkungen bei Funktions- und Informationszugriffen führen zur Senkung des Ausbildungs- und Supportaufwandes. Liegt für einen Benutzer ein abgegrenztes Tätigkeitsumfeld bezüglich eines Fachgebiets vor, ist diese Einschränkung vorteilhaft. Insbesondere bei der sporadischen Benutzung des Systems in größeren Zeitabständen ist die gezielte Vereinfachung der Anwendung ein entscheidendes Argument für die Akzeptanz des Systems. Da nicht benötigte Dialoge und Funktionen auch nicht ausführbar sind, ergibt sich außerdem ein Vorteil durch die Reduzierung von Möglichkeiten zur Fehlbedienung. Die gezielte Vorgabe der Informationstypen trägt zur Erhöhung der Datensicherheit bei. Wenn auf die Informationsobjekte bezogene Operationen als Elementarfunktionen ausführbar sind, ist deren fehlerhafte Anwendung dennoch nicht gänzlich auszuschließen. Insofern sollte ein System auch funktionale Rückschritte auf zurückliegende Vorgangsobjekte ermöglichen.

**Vernetzung der Abläufe:** Da bei der Anwendung des Systems ein integriertes Zusammenwirken mehrerer Benutzer aus denselben oder verschiedenen Fachgebieten vorliegt, sind in den spezifischen Vorgangprofilen der Fachgebiete **Angebotsvorbereitung**, **Kalkulation**, **Einkauf**, **Arbeitsvorbereitung**, **Baustelle** und **Abrechnung** sowohl gemeinsame als auch eigenständige Vorgangsobjekte identifizierbar. Die Vernetzung in den Abläufen der spezifischen Vorgangprofile kann folgende Auswirkungen haben:

- **Ausführung identischer Funktionen:** Die mögliche 1:n-Beziehung zwischen Vorgangsobjekten und Funktionsobjekten kann infolge gleicher als auch verschiedener Vorgangsobjekte zur gemeinsamen Ausführung identischer Funktionen führen. Die funktionale Wirksamkeit der Vorgangsobjekte bezieht sich immer auf die jeweilige Arbeitsumgebung. Das bedeutet, es liegen bei der Ausführung identischer Funktionen in verschiedenen Arbeitsumgebungen keine gegenseitigen funktionalen Beeinflussungen vor.
- **Zugriff auf Informationsobjekte:** Während der Anwendung ist der Informationszugriff jedes Benutzers auf die Vorgangsobjekte seines spezifischen Vorgangsprofils fixiert. Infolge vernetzter Abläufe führt die Ausführung von Funktionen bei identischen Vorgangsobjekten zum gemeinsamen Zugriff auf dieselben Informationstypen. Die Zuordnung derselben Informationstypen zu verschiedenen Vorgangsobjekten kann ebenfalls zum gemeinsamen Zugriff führen. Der „konkurrierende“ Zugriff auf dieselben Informationsobjekte kann infolge identischer aber auch unterschiedlicher Vorgangsobjekte verschiedener Vorgangsprofile eintreten. Da die Vorgangssteuerung immer auf der jeweiligen Arbeitsumgebung (Workstation oder Terminal-Server-Client) wirkt, ist dieser Zugriff im Regelfall über spezifische Attribute der Informationsobjekte und ansonsten durch die Transaktionssteuerung der implementierten Datenbank zu koordinieren. Die zusätzliche Vergabe von Zugriffsberechtigungen auf bestimmte Informationstypen kann den erlaubten Zugriff gegenüber dem Vorgangsobjekt für den einzelnen Benutzer weiter einschränken. Hierfür besteht im Regelfall keine organisatorische Notwendigkeit.
- **Spezifische Attribute:** Die Definition spezifischer Attribute der Informationstypen, welche während der Anwendung Statusinformationen belegen, sind durch die Vorgangssteuerung in Bezug auf den Prozeßablauf sowie den Informationszugriff zu verwerthen. Der Zugriff auf ein Informationsobjekt, dessen Informationstyp über ein Vorgangsobjekt aktiviert wird, kann in Abhängigkeit seiner Statusinformation für die weitere Bearbeitung im Prozeßablauf freigegeben oder gesperrt werden. Für das Zusammenspiel im Prozeßablauf folgt, daß die Informationszugriffe in Abhängigkeit von Statusinformationen gesteuert werden. Wenn ein System das Zusammenwirken mehrerer Benutzer verschiedener Fachgebiete ermöglichen soll, sind die Zustandsinformationen der Informationsobjekte als Gegenstand der Kommunikation zwischen den verschiedenen Arbeitsumgebungen zwingend.

**Organisationsbedingte Anpassungen:** Infolge von Änderungen in der Unternehmensstruktur, der Aufgaben, Tätigkeiten sowie der Abläufe im Unternehmen sind Anpassungen im System erforderlich, die durch Konfiguration umzusetzen sind.

- **Organisationsstruktur:** Änderungen in der Organisationsstruktur betreffen die Ebenendefinition, die Organisationseinheiten und die Zuordnung von Personalpositionen. Die konfigurierte Zuordnung zu einem Fachgebiet erzeugt für eine Organisationseinheit den Zugang zum spezifischen Vorgangsprofil. Änderungen in der

Organisationsstruktur sind durch die Zuordnung zum Fachgebiet unabhängig von den sonstigen Ebenen und Elementen, wie z.B. den Fachbereichen, Leitungsebenen usw., möglich. Mit Hilfe des *CMM* können neue Zweige in der Organisationsstruktur erstellt oder vorhandene Organisationseinheiten neu zugeordnet werden, wobei die Vorgangsprofile zugeordneter Fachgebiete erhalten bleiben.

Ergeben sich Änderungen im spezifischen Vorgangsprofil, d.h. in den Zuordnungen der Fachgebiete zu Vorgangsobjekten, wirken sich diese auf alle dem Fachgebiet zugeordneten Organisationseinheiten aus.

- **Datenbereiche:** Für geänderte bzw. neuerstellte Datenbereiche sind die Zugriffsberechtigungen für Organisationseinheiten auf der Grundlage der aktuellen Organisationsstruktur neu zu vergeben.
- **Abläufe:** Die Änderung eines Arbeitsablaufs kann - soweit sie sich im Rahmen der implementierten Vorgangsobjekte bewegt - durch eine Anpassung im spezifischen Vorgangsprofil durchgeführt werden. Erweiterungen in der Prozeßdefinition mit Prozeßschritten, die keinem vorhanden Vorgangsobjekt entsprechen, bedingen der Implementierung. Die Implementierung neuer Vorgangsobjekte schließt die Zuordnung zu vorhandenen Funktionsobjekten oder die Definition neuer Funktionsobjekte mit ein. Stehen die Vorgangsobjekte in Beziehung mit neuen Informationstypen, ist eine Anpassung der Informationsstruktur notwendig. Die Erstellung neuer Vorgangsobjekte entspricht der Entwicklung neuer Applikationskomponenten und kann nach dem unter Abschnitt 8.4.2, „Implementierungsweg“ beschriebenen Entwicklungsweg erfolgen.
- **Informationsstruktur:** Die Änderungen in der Informationsstruktur können die Definition von Informationstypen, Attributen und Beziehungen zwischen den Informationstypen betreffen. Derartige Anpassungen können kein Gegenstand der Konfiguration sein und bedürfen der Implementierung.
- **Funktionalitäten:** Die Änderungen vorhandener Funktionalitäten im System betreffen im Rahmen des Customizings die Einschränkung des vorhandenen Funktionsumfangs durch die Vergabe von Funktionsberechtigungen. Änderungen im Algorithmus von Ermittlungen sowie die Erweiterung des vorhanden Funktionsumfangs bedürfen der Implementierung.

**Aufwand und Nutzen:** Für eine abschließende Beurteilung der Ergebnisse sollen nachfolgend Aufwand und Nutzen einer Neuentwicklung betrachtet werden. Bei dieser Betrachtung stehen keine Zahlenbeispiele oder Kosten, sondern qualitative Aspekte im Vordergrund.

- **Entwicklungsaufwand:** Zur Beurteilung des Entwicklungsaufwands wird von der Annahme ausgegangen, daß ein adäquates System gegenüber dem im Kapitel 4, „Informationssysteme“ betrachteten technischen Stand neu zu implementieren ist. Die

Aufwendungen für eine Neuentwicklung sind gegenüber dem Entwicklungsaufwand vorhandener Fachapplikationen als geringer einzuschätzen. Gründe hierfür sind einerseits die vorliegenden Erfahrungswerte aus der Anwendung vorhandener Applikationen und die Möglichkeiten zur Anwendung der Inhalte und Methodik einer formalen Beschreibung. Insbesondere der Einsatz geeigneter Entwicklungsumgebungen, wie das genannte Entwicklungstool, unterstützt die Effizienz einer Neuentwicklung. Mit der vorliegenden formalen Beschreibung der Bauauftragsrechnung existiert eine methodische und fachliche Basis als Ergebnis einer Problemanalyse, welche zur Senkung der vorbereitenden Entwicklungsaufwendungen führen kann.

- **Anpassungsaufwand:** Die für ein Bauunternehmen notwendigen Aufwendungen zum Customizing des Systems sind durch die Vorgabe von Standardprofilen zu begrenzen, welche für die einzelnen Fachgebiete nur einmalig zu erstellen sind. Die Standardprofile sind als Kopiervorlage zur Aufbereitung spezifischer Vorgangprofile verwendbar. Der hauptsächliche Aufwand besteht in der Aufbereitung und Pflege der Organisationsstruktur sowie der Datenbereiche und deren Zugriffsberechtigungen. Da diese Aufwendungen unternehmensspezifisch sind, kann an dieser Stelle keine weitere Beurteilung erfolgen.
- **Nutzen für die Entwicklung:** Während der Entwicklung liegt der wesentliche Nutzen im methodischen Vorgehen zur Problemanalyse und Problembeschreibung, insbesondere in der möglichen Abbildung des komplexen Zusammenhangs über den Prozeßablauf. Die im Ergebnis des Entwicklungsschrittes „Modellieren“ entstandene „Formale Beschreibung“ entspricht zugleich einer nachvollziehbaren und prüffähigen Dokumentation der fachlichen Problemstellung. Diese Dokumentation ist als Bestandteil von Systembeschreibungen bzw. Pflichtenheften Grundlage im weiteren Entwicklungsvorgang und kann z.B. in Abstimmungen zwischen der Softwareentwicklung und der Anwenderseite eingesetzt werden.
- **Nutzen für die Anwendung:** Für die Anwendung des Systems besteht der Nutzen in der flexiblen Anwendungsmöglichkeit in Bauunternehmen mit unterschiedlichen Strukturen bezüglich Größe, Unternehmensgliederung, Aufbauorganisation und Arbeitsweise. Aus der Unterstützung der spezifischer Arbeitsumgebungen folgen eine Reduzierung des Funktionsumfangs und die Abgrenzung auf das jeweilige Fachgebiet. Der besondere Nutzen dieser Möglichkeiten ergibt sich für die Einführung des Systems, da für die jeweiligen Fachgebiete abgegrenzte Ausbildungsinhalte existieren. Außerdem führt die Vereinfachung der Anwendung zur Begrenzung der Supportaufwendungen, was für ein Unternehmen als weiterer Nutzen zu bewerten ist. Die organisatorische Unterstützung im Zusammenspiel der Fachgebiete durch das System bewirkt für die Projektbearbeitung die Koordination der fachgebietspezifischen Tätigkeiten mehrerer beteiligter Personen an einem gemeinsamen Datenbestand. Ohne zusätzliche organisatorische Abstimmung ist die parallele Ausführung von Tätigkeiten am selben Datenbestand möglich. Das Auftreten von Fehlern bzw. Datenverlusten infolge mangelnder Abstimmungen kann eingeschränkt werden. Der

erwähnte Nutzen der organisatorischen Unterstützung hat insbesondere zur Abwicklung komplexer Baumaßnahmen mit hohem Fremdleistungsanteil seine Bedeutung.

- **Weiterer Nutzen:** Einen weiteren Nutzen für ein Unternehmen ergibt die Anpassung der Konfiguration bei Umstellung der Organisationsstruktur und im Prozeßablauf. Dieser Vorteil der Flexibilität im System ist um die eindeutige Dokumentation der Organisationsstruktur und der Konfigurationseinstellungen zu ergänzen.
- **Grenzen des Systems:** In die Darstellung von Aufwand und Nutzen sind auch die Grenzen des neu implementierten Systems einzubeziehen. Änderungen bzw. Ergänzungen im Prozeßablauf, welche aus fachlicher Notwendigkeit zur Erweiterung der Informationsdefinitionen und des Funktionsumfangs führen, erfordern eine Systemevolution bzw. Fortschreibung von Systemversionen durch den Softwarehersteller.

Aus dem Vergleich von Aufwand und Nutzen sowie im Hinblick auf die eingeschränkten Möglichkeiten der vorhanden Fachapplikation geht hervor, daß aus der Neuentwicklung eines Systems zur Bauauftragsrechnung für die Bauunternehmen ein Nutzen erkennbar ist, der den entsprechenden Aufwand zur Entwicklung rechtfertigen würde. Weitere Aspekte und Möglichkeiten, die sich in Anwendung der formalen Beschreibung ergeben, faßt das folgende Kapitel zusammen.

# Kapitel 9

## Zusammenfassung und Ausblick

In dieser Arbeit wurde die Bauauftragsrechnung als ein Teilgebiet im baubetrieblichen Rechnungswesen betrachtet. Aus der Aufgabenverteilung zur Bearbeitung der Bauauftragsrechnung ergibt sich ein Zusammenspiel der beteiligten Mitarbeiter, das eine Koordination und Abstimmung bei netzverteiltem Arbeiten in einem Informationssystem erfordert. Da für eine Entwicklung der Systeme keine theoretische Grundlage existierte, welche den komplexen Zusammenhang im Prozeß der Bauauftragsrechnung beschreibt, fanden die arbeitsteiligen Abhängigkeiten und gegenseitigen Beeinflussungen im heutigen Stand der Technik bislang keine oder nur unvollständige Berücksichtigung. Daraus ergab sich die Notwendigkeit, den fachlichen und organisatorischen Gegenstand der Bauauftragsrechnung nachvollziehbar und prüffähig aufzubereiten. Die vorliegenden Ausführungen beinhalten - ausgehend von den fachlichen Grundlagen, Abläufen sowie den Informationssystemen - eine formale Beschreibung der Bauauftragsrechnung. Die formale Beschreibung entspricht aufbereiteten Modellen und Modellbeziehungen, welche den Gesamtprozeß der Bauauftragsrechnung im Zusammenhang mit den Informationsdefinitionen, Funktionen und Organisationsstrukturen abbilden. Eine Auswertung der Modellierung ermöglicht es, Erkenntnisse für die Anwendung und Entwicklung baubetrieblicher Informationssysteme zu gewinnen.

Den Ausgangspunkt einer fachlichen Problemanalyse bildeten die in Bauunternehmen zur Bauauftragsrechnung angewendeten Methoden und Verfahren, deren aktueller Stand für die formale Beschreibung zusammengestellt wurde. Die Grundlagen dieser Methoden und Verfahren sind in den Bauunternehmen empirisch gewachsen und beruhen auf gesetzlichen Bestimmungen und Regelwerken. Eine einheitliche, allgemeingültige Grundlage dieser fachlichen Methodik existierte nicht. Als ein Ergebnis dieser Arbeit folgt aus der Problemanalyse eine Zusammenstellung, welche die der Bauauftragsrechnung zugrunde liegende fachliche Methodik auf die praxisrelevanten Bestandteile konzentriert.

Im Rahmen der Problemanalyse wurde zunächst das Leistungsverzeichnis mit seiner Struktur und inhaltlichen Definition als methodisches Instrument für die Beschreibung der Bauleistungen sowie zur Abbildung der Kosten und Erlöse betrachtet. Um den Prozeß der Bauauftragsrechnung im Zusammenhang mit fachlichen und organisatorischen Strukturen im Bauunternehmen formal beschreiben zu können, war eine Trennung in Fachgebiete

und Fachbereiche notwendig. Während sich Bestandteile der Aufbauorganisation im Unternehmen durch eine Gruppierung nach Fachbereichen darstellen, dienen die Fachgebiete zur Spezifizierung der Aufgaben und Tätigkeiten. Die Definitionen zum Kostenbegriff waren der Ausgangspunkt für die Betrachtung der mit einem System zu unterstützenden Kalkulationsverfahren.

Der Ablauf der Bauauftragsrechnung ist in den Gesamtvorgang eines Bauauftrags einbezogen. Da für diesen Ablauf in Bauunternehmen unterschiedliche Vorgehensweisen praktiziert werden und keine verallgemeinerte Vorgabe bekannt ist, wurde aus den Phasen der Auftragsausführung - insbesondere aus der Unterteilung nach Kalkulationsarten - zunächst ein Grob Ablauf der Bauauftragsrechnung aufbereitet. Als Ergebnis dieser Spezifizierung entstand im Rahmen der Problemanalyse eine Ablaufbeschreibung. Der Detaillierungsgrad dieser Ablaufbeschreibung ermöglichte es nicht, den komplexen Gesamtzusammenhang abzubilden, war jedoch als Grundlage für ein Prozeßmodell notwendig.

Der Stand der Technik der Informationssysteme wurde anhand derzeitig aktueller Fachapplikationen analysiert. In diese Betrachtung war auch das konzeptionelle Vorgehen bei der Entwicklung bisheriger Systeme einbezogen, auf das wesentliche strukturelle Eigenschaften zurückzuführen sind. Die Ausführungen zu Modulen, Datenstrukturen und Funktionen erzeugten ein Bild über die funktionalen Anforderungen an ein Informationssystem zur Bauauftragsrechnung. Als Ergebnis der Betrachtung derzeitiger Systeme wurde deutlich, daß die alleinige Sicht auf Informationen, Funktionen und Algorithmen - welche bei bisherigen Entwicklungen im Vordergrund stand - den Zusammenhang zum Prozeßablauf und den beteiligten Mitarbeitern verschiedener Fachgebiete nicht ausreichend berücksichtigt. Aus dieser Feststellung folgte, daß die fachliche Konzeption eines Systems auf einer theoretische Grundlage aufsetzen muß, die diesen ganzheitlichen Zusammenhang in sich vereinigt.

Entsprechend dieser Anforderung war zur formalen Beschreibung eine methodische Basis zu definieren, mit welcher der komplexe Gegenstand der Bauauftragsrechnung nachvollziehbar und prüffähig dargestellt werden konnte. Als Grundlage einer Modellierungsmethodik wurden Abstraktionen gewählt, deren Detaillierungsgrad Relationen zwischen den abstrahierten Modellelementen zuließ, um Modellbeziehungen herzustellen und auszuwerten. Dabei ist wesentlich, daß für ein Prozeßmodell nur eine Abstraktionsebene festgelegt wurde, auf welcher die Prozeßschritte mit Funktionen, Entitytypen sowie Organisationseinheiten in Beziehung stehen. Unter dieser Voraussetzung konnte der Zusammenhang zwischen den Verrichtungen im Prozeßablauf, den bearbeiteten Informationen, den verwendbaren Funktionen und agierenden Mitarbeitern formalisiert werden. Somit sind das methodische Instrumentarium und die Vorgehensweise bei der Modellierung ein wesentliches Ergebnis dieser Arbeit, mit dem eine Formalisierung des komplexen Zusammenhangs sowie verschiedenartige Modellauswertungen, wie z.B. fachgebietsspezifische Prozeßabläufe, über den Gesamtprozeß der Bauauftragsrechnung möglich wurden. Da diese Methodik an kein spezifisches technologisches Verfahren bzw. Werkzeug gebunden ist, bestehen Möglichkeiten, die formale Beschreibung auf angrenzende Sachthemen im baubetrieblichen Rechnungswesen zu erweitern oder die Methodik zur formalen Beschreibung anderer ähnlich komplexer Problemstellungen einzusetzen.



Im Ergebnis der Modellaufbereitung liegt mit der formalen Beschreibung eine theoretische Grundlage für die Gestaltung von Informationssystemen zur Bauauftragsrechnung vor, die Nachvollziehbarkeit und Prüffähigkeit gewährleistet. Die Abbildung konkreter Prozeßschritte im Prozeßmodell der formalen Beschreibung ermöglichte eine Zuordnung zu Fachgebieten, so daß im Ergebnis der Auswertung spezifische Prozeßabläufe der Fachgebiete entstanden. Durch die Modellbeziehung der Prozeßschritte zu Entitytypen und Funktionen waren aus den spezifischen Prozeßabläufen entsprechende Arbeitsumgebungen der beteiligten Fachgebiete abzuleiten. In diesen Arbeitsumgebungen konnten gegenseitige Beeinflussungen durch gemeinsame Informationszugriffe, die Anwendung gleicher Funktionen sowie der Einfluß der Prozeßübergänge zwischen den Fachgebieten analysiert werden. Die erörterten Beispiele typischer Situationen im Prozeßablauf zeigten, an welchen Stellen und durch welche funktionalen Mechanismen ein Zusammenspiel der Fachgebiete während der Bauauftragsrechnung in einem Informationssystem umzusetzen ist. Diese Auswertungen auf der Grundlage der formalen Beschreibung führten in dieser Arbeit zu konkreten Anforderungen an die Gestaltung der Informationssysteme. Diese Anforderungen wurden im Hinblick auf das Customizing bestehender Software sowie auf weitergehende Customizingmöglichkeiten bei der Implementierung neuer Systeme betrachtet.

Die Anwendung zum Customizing bestehender Software hatte zum Ziel, spezifische Arbeitsumgebungen für Fachgebiete zu konfigurieren, um ein netzverteiltes Arbeiten im System zu koordinieren. Da die Systeme nach dem heutigen Stand der Technik keine prozeßorientierten Strukturen unterstützen, ist eine Konfiguration von Arbeitsumgebungen in Auswertung der formalen Beschreibung auf die Vergabe von Berechtigungen auf Informationstypen und deren Bearbeitungsfunktionen beschränkt. Die Anforderungen, die sich aus den spezifischen Prozeßabläufen für ein Zusammenspiel der Fachgebiete ableiten, werden von den Systemen nicht hinreichend erfüllt. Insofern ist die formale Beschreibung der Prozeßabläufe nur für organisatorische Regelungen, z.B. in Form von Organisationsanweisungen, einzusetzen. Da prozeßorientierte Konfigurationsmöglichkeiten in heutigen Systemen nicht unterstützt werden, ist ein netzverteiltes Zusammenwirken durch rein organisatorische Festlegungen nicht sicher zu koordinieren.

Mit der vorliegenden Arbeit bestand die Absicht, auch einen fachlichen Beitrag zur Entwicklung neuer Systeme zu leisten. Durch die Implementierung eines neuen Systems, dessen Konzeption auf der methodischen und fachlichen Grundlage der formalen Beschreibung beruht, sind die Anforderungen an weiterführende Customizingmöglichkeiten technisch umzusetzen. Ein aufgezeigter Entwicklungsweg und die Darstellung und Beurteilung der Ergebnisse einer Implementierung präzisieren diese Möglichkeiten. Dabei wurde ein Vorgehen beschrieben, das einer Implementierung zugrunde liegen kann. Die Implementierung selbst war kein Gegenstand der Ausführungen. Im Ergebnis der Betrachtung einer Implementierung sind durch Einstellungen in einem derartigen System sowohl spezifische Arbeitsumgebungen als auch organisatorische Regelungen zum netzverteilten Arbeiten zu konfigurieren. Dabei entstehen netzverteilte Funktionsmodule, deren Funktionsweise auf das Zusammenspiel der Fachgebiete abgestimmt wurde. Die Verantwortlichkeiten der Teilbereiche lassen sich innerhalb der Funktionsmodule auf die zuständigen Fachgebiete abgrenzen. Diese Konditionierung der Arbeitsumgebungen ermöglicht zugleich eine dezen-

trale Kollaboration. In den Arbeitsumgebungen ist ein hohes Maß an Organisationsunterstützung und Datensicherheit, insbesondere im Hinblick auf die Veränderungssicherheit, zu gewährleisten.

Aus der formalen Beschreibung ergeben sich weitere Ansatzpunkte im Hinblick auf die Umsetzung und Anwendung, die auch Gegenstand weiterführender Arbeiten sein können. Ein möglicher Ansatz für weitere Betrachtungen ergibt sich, wenn in Ergänzung der Modellbeziehungen zwischen Prozessschritten und Funktionen entsprechende Algorithmen infolge der Funktionsanwendung, z.B. zur Berechnung von Auswertungen, aufbereitet werden. In der technischen Aufbereitung von Entwicklungsumgebungen - wie sie das angedeutete Entwicklungstool darstellt - besteht ein weiterer, möglicher Ansatz für weiterführende Entwicklungen. Im Gegensatz zu bereits vorhandenen Entwicklungstools, die vorrangig den objektorientierten Entwurf unterstützen, steht hierbei die fachliche Modellierung im Vordergrund. Aus dieser technologisch neutralen Ebene der Modellierung kann eine Umsetzung in den objektorientierten Ansatz und dessen Weiterführung zum objektorientierten Entwurf sowie zur Implementierung unterstützt werden. Inhaltlicher Bestandteil eines Entwicklungstools kann u.a. die Simulation der fachlichen Modellierung sein, die z.B. einen spezifischen Prozeßablauf umsetzt. Die Voraussetzung für die Simulation sind modellierte Algorithmen, welche den Funktionen zugrunde liegen.

Da die formale Beschreibung der Bauauftragsrechnung nur auf den Bauauftrag abgegrenzt wurde, ergibt sich ein Ansatz für weitere Betrachtungen aus der erweiterten Anwendung des methodischen Wegs auf andere Bestandteile des baubetrieblichen Rechnungswesens. Die Baubetriebsrechnung und Soll-Ist-Vergleichsrechnung tangieren die Bauauftragsrechnung unmittelbar und können in die formale Beschreibung einbezogen werden. Die Erweiterung der formalen Beschreibung unter Einbeziehung der Unternehmensrechnung kann zu einem ganzheitlichen, baubetrieblichen Informationssystem führen, welches alle technischen und betriebswirtschaftlichen Komponenten integriert. In der Literatur wurden bereits Arbeiten veröffentlicht, in welchen die theoretischen Grundlagen für ein derartiges System aufbereitet wurden [Huhnt 2000, S.79ff].

Die Auswertung der formalen Beschreibung zeigt u.a. die Aufbereitung spezifischer Arbeitsumgebungen, die das Zusammenspiel der Fachgebiete unterstützen. Diese Eigenschaften neu implementierter Systeme eröffnen neben dem Einsatz in Fachapplikationen, die als ERP-Systeme (Enterprise Resource Planning Systems) in Bauunternehmen eingesetzt werden, weitere Anwendungsmöglichkeiten innerhalb von Bauportalen im Internet. Aus dem Gesamtprozeß können abgegrenzte Teilprozesse ausgegliedert und als Bausteine auf Transaktionsplattformen anderen Partnern zugänglich gemacht werden, wie z.B. beim Einkauf komplexer NU-Leistungen.

Die aufgeführten Möglichkeiten zeigen, daß die formale Beschreibung der Bauauftragsrechnung über die vorliegenden Ergebnisse in dieser Arbeit hinaus ein Ausgangspunkt und Grundlage für weiterführende Themen sein kann. Dabei ließe sich durch eine Entwicklung und den Einsatz praxisgerechter Werkzeuge eine effiziente Umsetzung und Erweiterung auf andere Sachgebiete unterstützen.

# Literaturverzeichnis

- [Allweyer/Leinenbach/Scheer 1997] Th. Allweyer, S.Leinenbach, A.-W.Scheer; Business Procees Re-engineering in the Construction Industry, Heft 142, Oktober 1997
- [BGB 1998] Bürgerliches Gesetzbuch, 43., überarbeitete Auflage, Beck-Texte Deutscher Taschenbuch Verlag, München, Juli 1998
- [Booch 1994] Booch, G.; Objektorientierte Analyse und Design, Addison-Wesley 1994
- [Booch 1991] Booch, G.; Oject Oriented Design with Applications, Benjamin/Cummings Publishing Company, Carlifornia 1991
- [Bungert/Heß 1995] Bungert, W./ Heß, H.; Objektorientierte Geschäftsprozeßmodellierung, in Information Managment 10(1995)1, S.52-63
- [Busiek/Ehrmann 1993] Busiek, Jürgen; Ehrmann, Harald: Buchführung, 4.Auflage, Kiel, Ludwigshafen, 1993
- [Chen 1976] Chen, D.; The Entity-Relationship Model: Towards a Unified View of Data, in: ACM (Hrsg.): Transactions on Database Systems, Nr. 1, 1976, S. 9-36
- [DIN276 1993] DIN 276: Kosten im Hochbau, Flächen, Rauminhalte: Normen, Gesetze, 6. Auflage, Herausgeber: DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Beuth Verlag GmbH, Berlin, Wien, Zürich, Juni 1993
- [DIN 69900-1] DIN69900-1: Projektwirtschaft; Netzplantechnik; Begriffe; Herausgeber: DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Beuth Verlag GmbH, Berlin, August 1987
- [Drees/Bahner 1996] Drees Gerhard; Bahner, Anton; Kalkulation von Baupreisen 4., durchgesehene Auflage, Bauverlag GmbH Wiesbaden und Berlin, 1996
- [dtv-Atlas Mathematik/B1 1998] dtv-Atlas Mathematik, Band 1, 11. Auflage April 1998, Deutscher Taschenbuch Verlag GmbH & Co.KG, München
- [dtv-Atlas Mathematik/B2 1998] dtv-Atlas Mathematik, Band 2, 10. Auflage Oktober 1998, Deutscher Taschenbuch Verlag GmbH & Co.KG, München

- [Duden Informatik 1993] Duden Informatik; hrsg. vom Lektorat des BI-Wiss.-Verlags unter Leitung von Hermann Engesser., Bearb. von Volker Claus und Andreas Schwill, 2., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage, Mannheim; Leipzig; Wien; Zürich: Dudenverlag, 1993
- [Gabler 1993] Gabler-Wirtschaftslexikon; 13. Auflage, Betriebswirtschaftlicher Verlag Gabler, Wiesbaden, 1993
- [GAEB 1999] GAEB - Gemeinsamer Ausschuß Elektronik im Bauwesen Regelungen für Informationen im Bauvertrag - Aufbau Leistungsverzeichnis, - GAEB-Datenaustausch 2000, Version 1.0, Oktober 1999, hrsg. vom DIN Deutsches Institut für Normung e.V.
- [GAEB-VB 23.004 1999] Verfahrensbeschreibung für die elektronische Bauabrechnung GAEB-VB 23.004, Allgemeine Mengenermittlung Ausgabe März 1999, Aufgestellt vom Gemeinsamen Ausschuß Elektronik im Bauwesen (GAEB), hrsg. vom DIN Deutsches Institut für Normung e.V.
- [HGB 1999] Handelsgesetzbuch, 34. Auflage, Beck-Texte im Deutschen Taschenbuch Verlag, München 1999
- [Huhnt 1998] Huhnt, Wolfgang; Betrieb einer Baufirma: Theoretische Grundlagen, Bauhaus- Universität Weimar, März 1998
- [Huhnt 2000] Huhnt, Wolfgang; Struktur der Informationen zur Bearbeitung betriebswirtschaftlicher und baubetrieblicher Aufgaben, Bauhaus-Universität Weimar, November 2000
- [Keil/Martinsen 1994] Wolfram Keil, Ulfert Martinsen; Einführung in die Kostenrechnung für Bauingenieure, 8., neubearbeitete Auflage, Werner-Verlag GmbH Düsseldorf 1994
- [KLR Bau 1995] Kosten- und Leistungsrechnung der Bauunternehmen - KLR Bau 6., aktualisierte Auflage, Bauverlag GmbH Wiesbaden und Berlin, 1995
- [Mertens 1997] Mertens, Peter (Haupthrsg.); Lexikon der Wirtschaftsinformatik, 3. Auflage, Springer-Verlag, Berlin 1997
- [Oestreich 1998] Oestreich, Bernd; Objektorientierte Softwareentwicklung, Analyse und Design mit der Unified Modeling Language, 4., aktualisierte Auflage, R. Oldenburg Verlag München Wien
- [Ofert 1994] Ofert, Klaus; Kostenrechnung, Kiel, Ludwigshafen, 1994
- [Ofert/Rahm 1994] Ofert, Klaus; Rahm, Hans-Joachim; Einführung in die Betriebswirtschaftslehre, 2. Auflage, Kiel, Ludwigshafen, 1994

- [Rib/0700 2000] RIB Bausoftware GmbH; ARRIBA Angebotskalkulation Benutzerhandbuch, Copyright 1997-2000 RIB Bausoftware GmbH hrsg. RIB Bausoftware GmbH, Stand der Dokumentation: 0700
- [RiB/0800 2000-0800] RIB Bausoftware GmbH; ARRIBA Controlling Benutzerhandbuch Copyright 1997-2000 RIB Bausoftware GmbH, hrsg. RIB Bausoftware GmbH, Stand der Dokumentation: 0800
- [Scheer/ARIS 1995] Scheer, August-Wilhelm; ARIS - Vom Geschäftsprozeß zum Anwendungssystem, Studienausgabe, Springer-Verlag Berlin 1995
- [Scheer/ARIS 1998] Scheer, August-Wilhelm; ARIS - Modellierungsmethoden, Metamodelle, Anwendungen, 3., völlig Neubearbeitete und erweiterte Auflage, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 1991, 1992, 1998
- [Scheer/ARIS 1998] ARIS Methode Handbuch; Version 4.0, IDS Prof. Scheer GmbH Saarbrücken, September 1998
- [Scheer 1998] Scheer, August-Wilhelm; Wirtschaftsinformatik: Referenzmodelle für industrielle Geschäftsprozesse 3., völlig Neubearbeitete und erweiterte Auflage, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 1991, 1992, 1998
- [STRABAG 1993] Kalkulationsrichtlinien STRABAG AG, Konzernleitung der STRABAG AG Köln, 1993
- [VOB 2000] Verdingungsordnung für Bauleistungen VOB, hrsg. vom DIN, Deutsches Institut für Normung e.V., im Auftrag des Deutschen Vergabe- und Vertragsausschusses - Berlin; Wien; Zürich: Beuthverlag, Gesamtausgabe - 2000
- [Ziegler 1998] Ziegler, Frank; Baubetriebliche Informationssysteme: Grundlagen, Bauhaus-Universität Weimar, Oktober 1998
- [Ziegler 1998] Ziegler, Frank; Baubetriebliche Informationssysteme: Informationssysteme, Bauhaus-Universität Weimar, Oktober 1998



# Anhang A

## Modelle

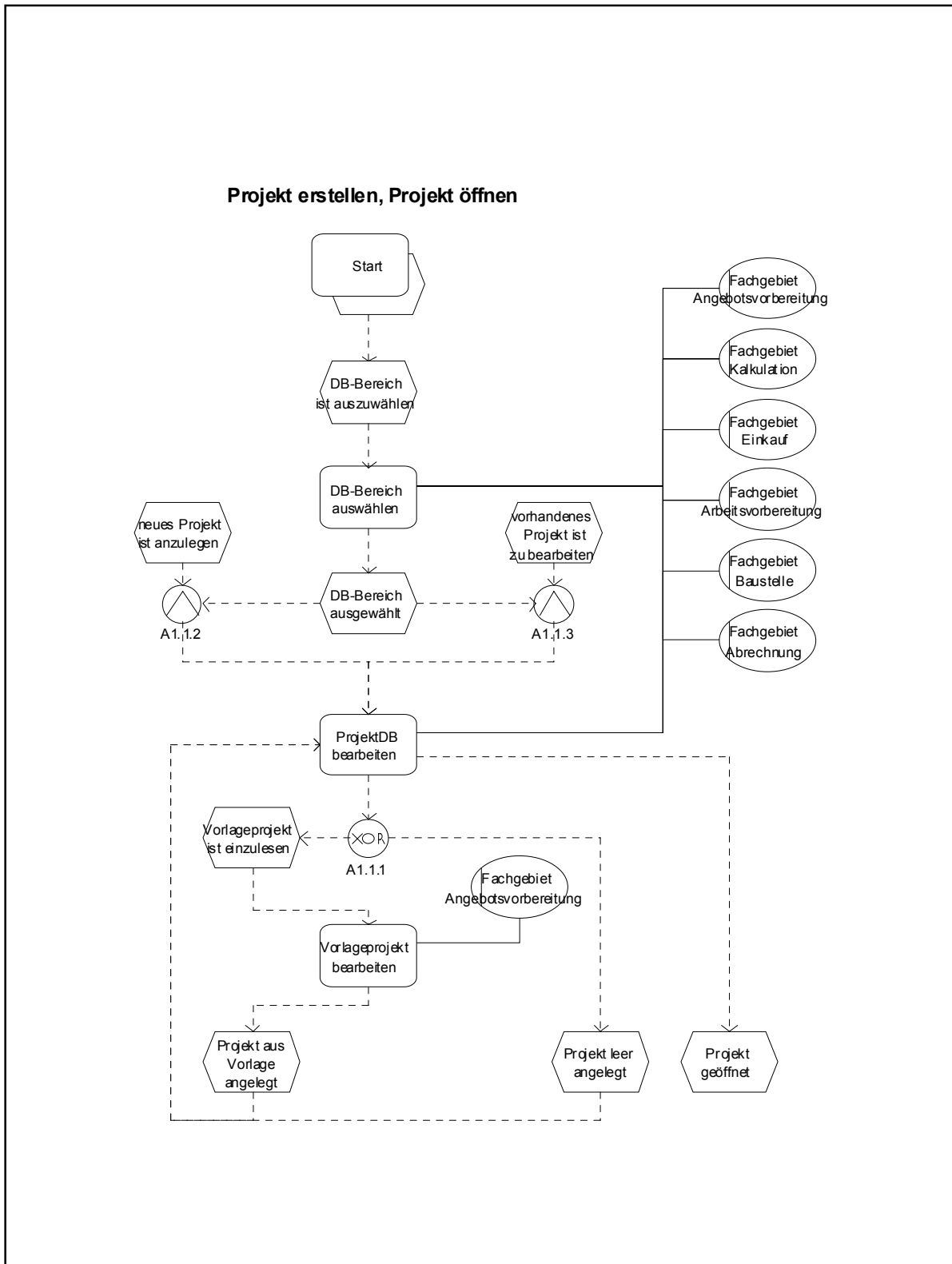
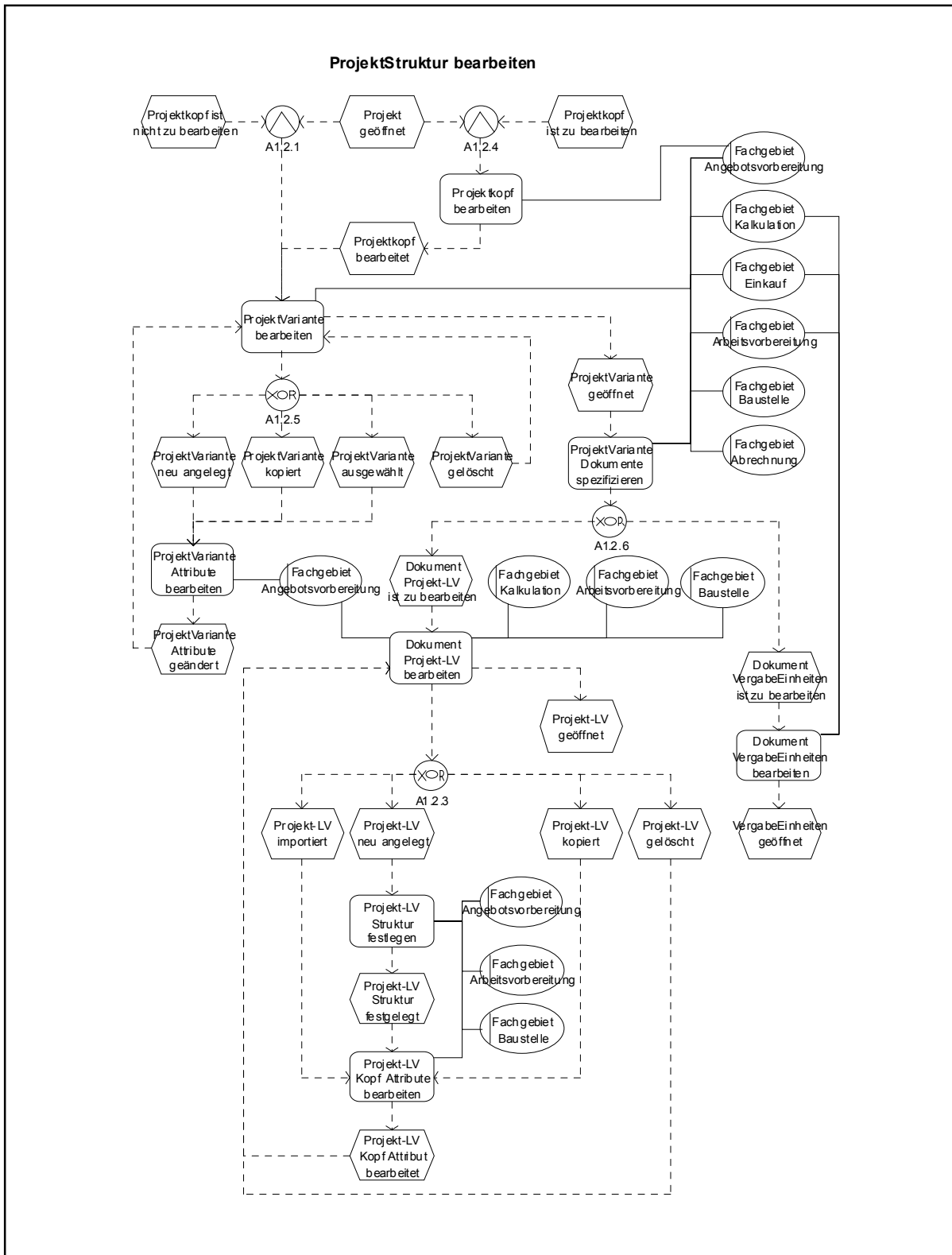


Abbildung A.1: Teilprozeß *Projekt verwalten*



Abbildung A.2: Teilprozeß *Projektstruktur bearbeiten*

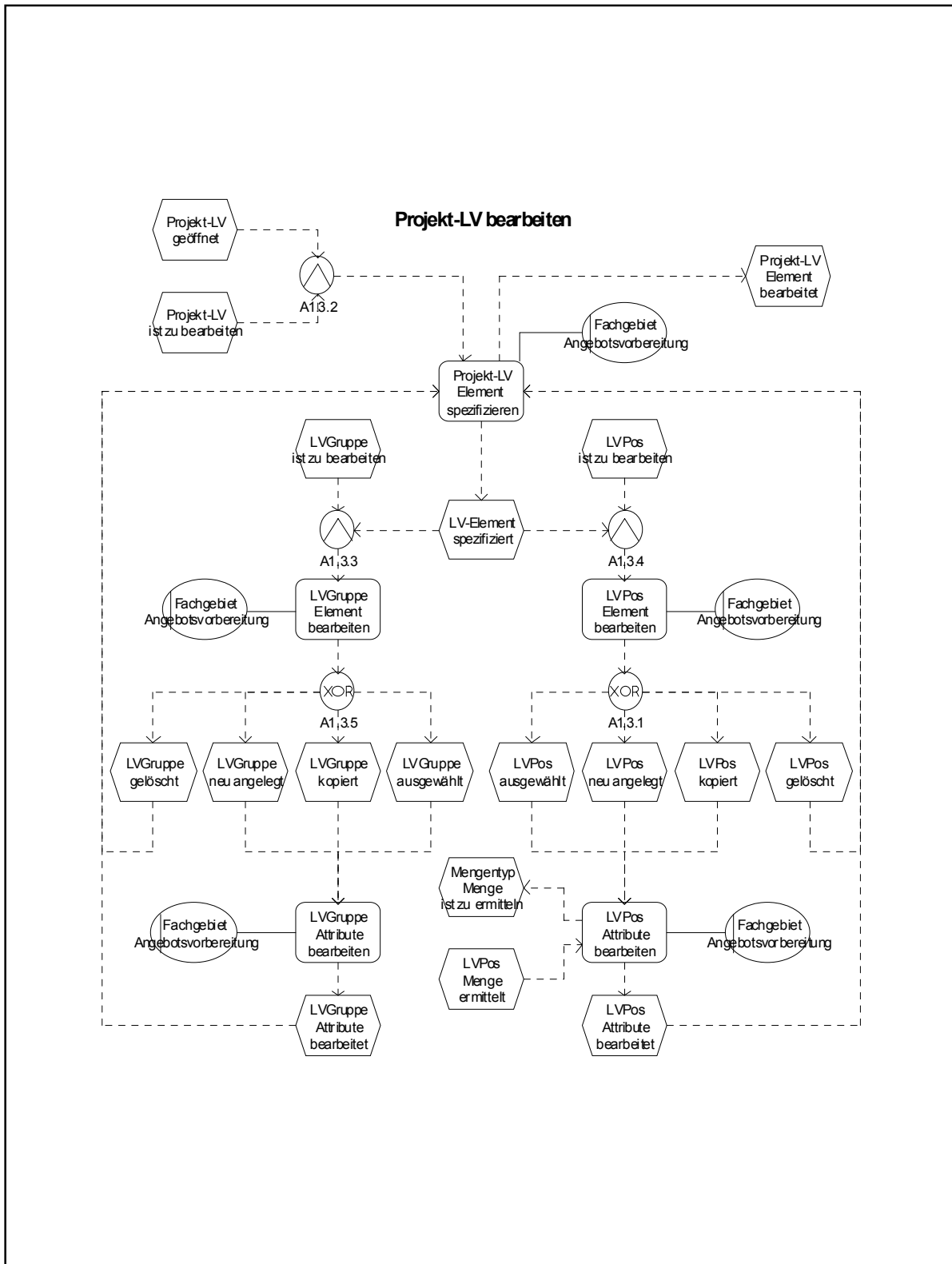
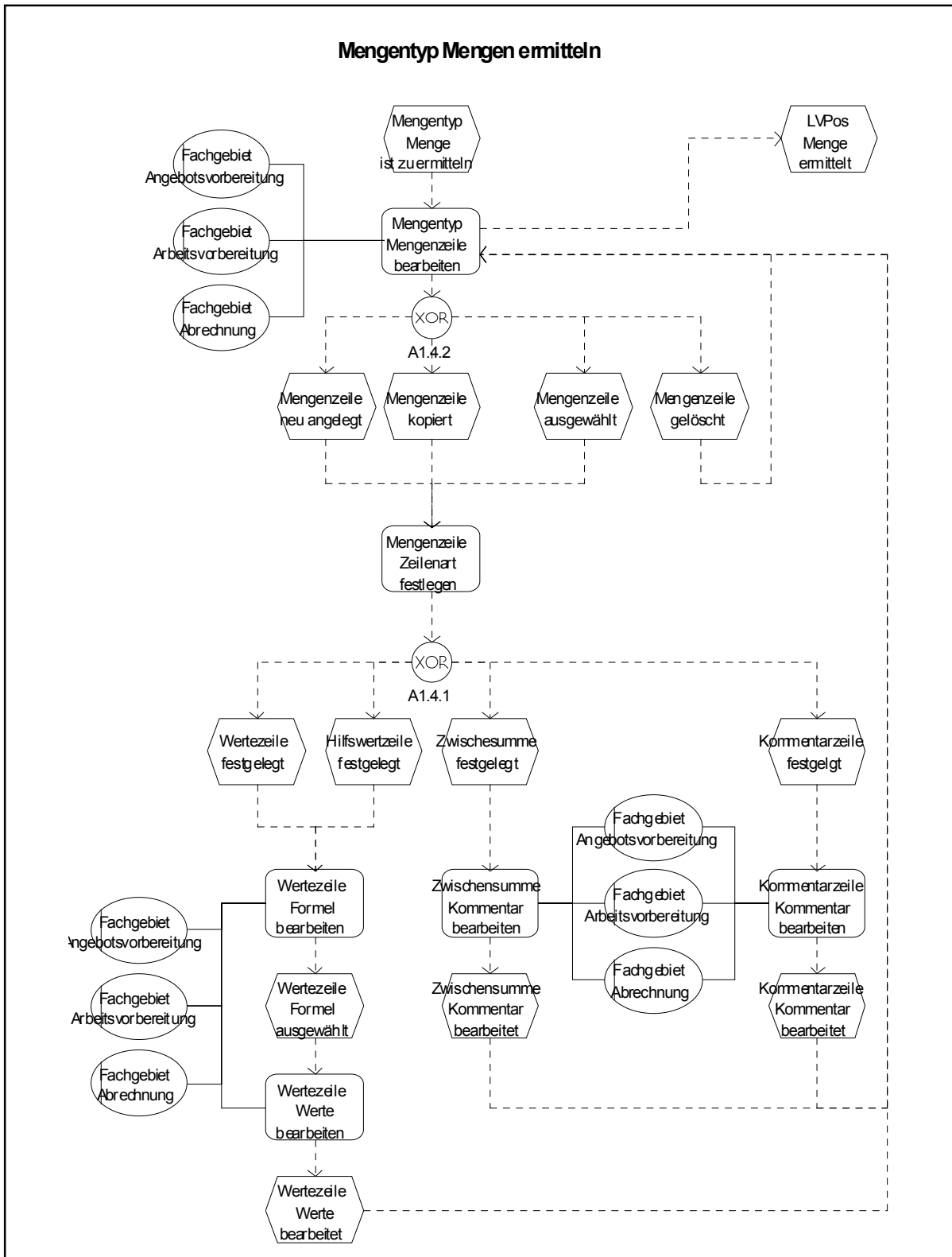


Abbildung A.3: Teilprozeß *Projekt-LV bearbeiten*

Abbildung A.4: Teilprozeß *Mengentyp Menge ermitteln*

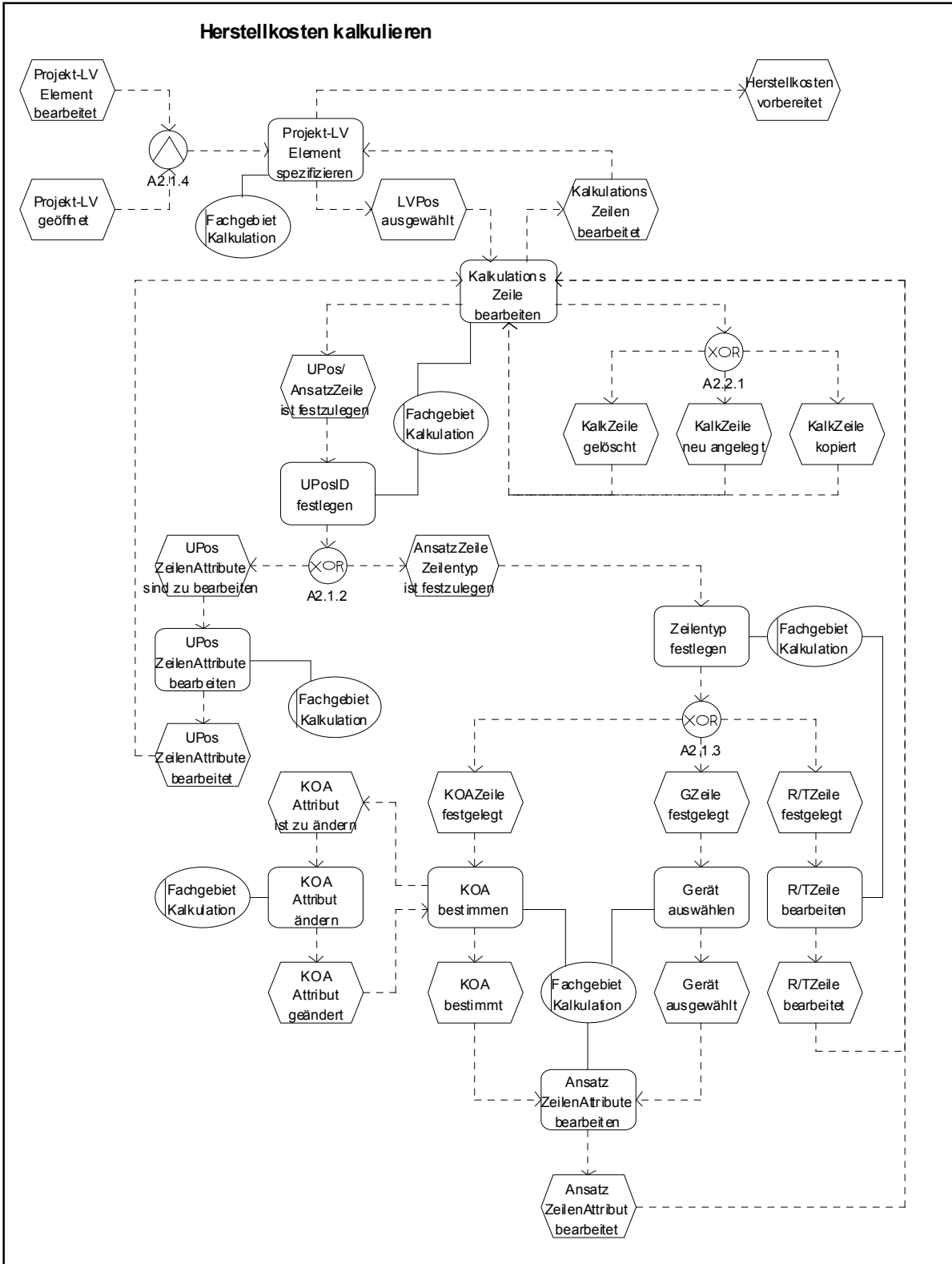
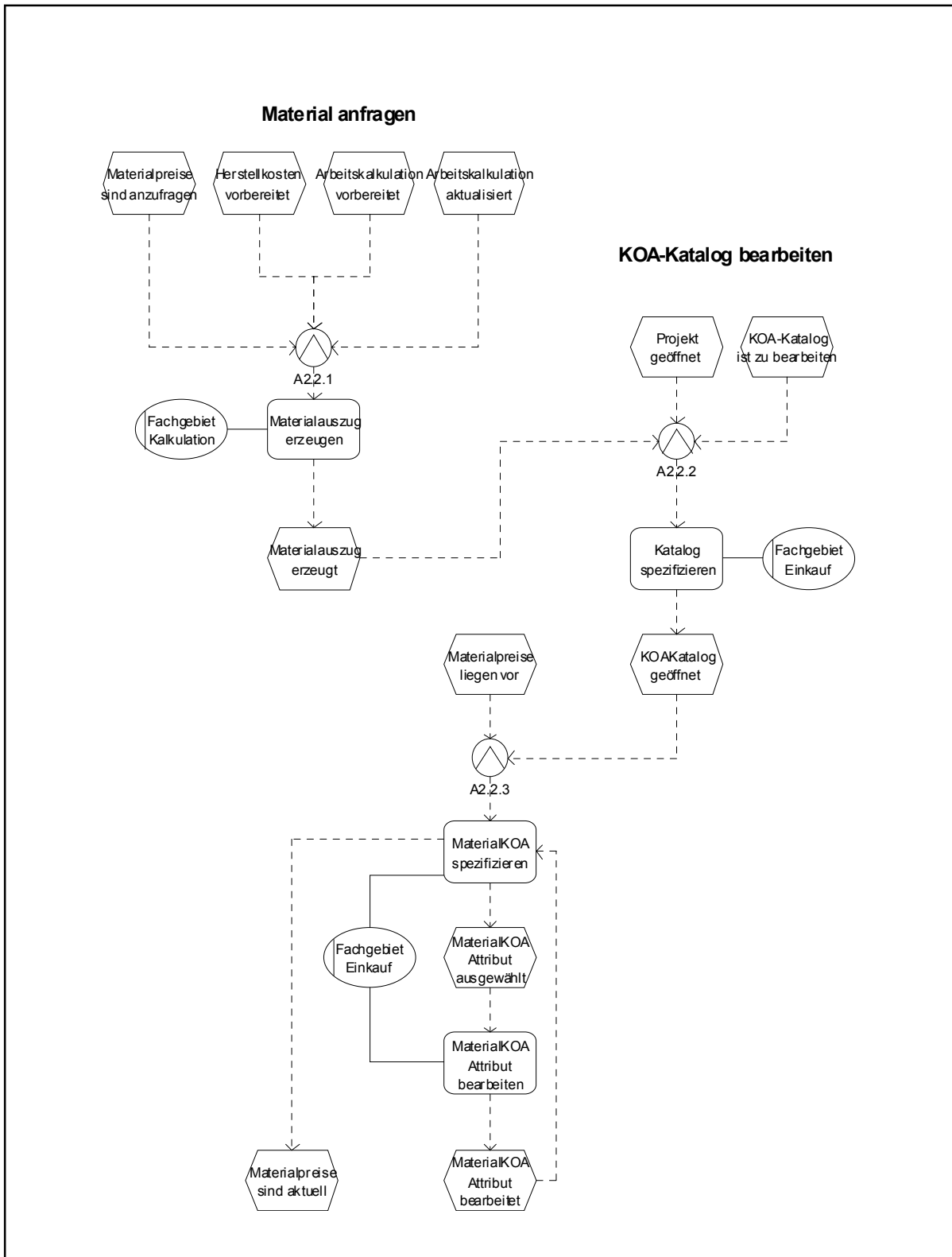


Abbildung A.5: Teilprozeß *Herstellkosten kalkulieren*

Abbildung A.6: Teilprozeß *Material anfragen* und *KOA-Katalog bearbeiten*

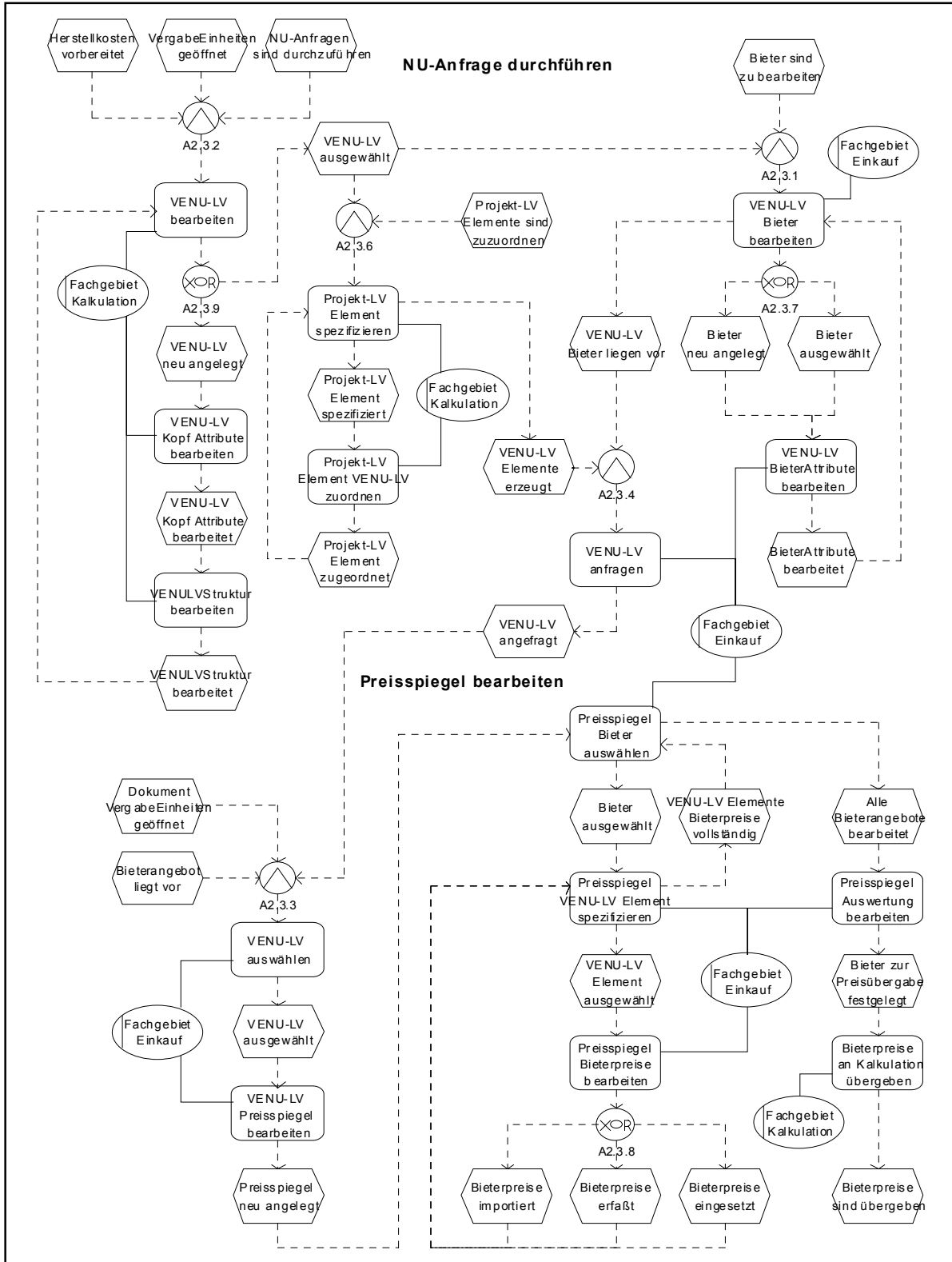
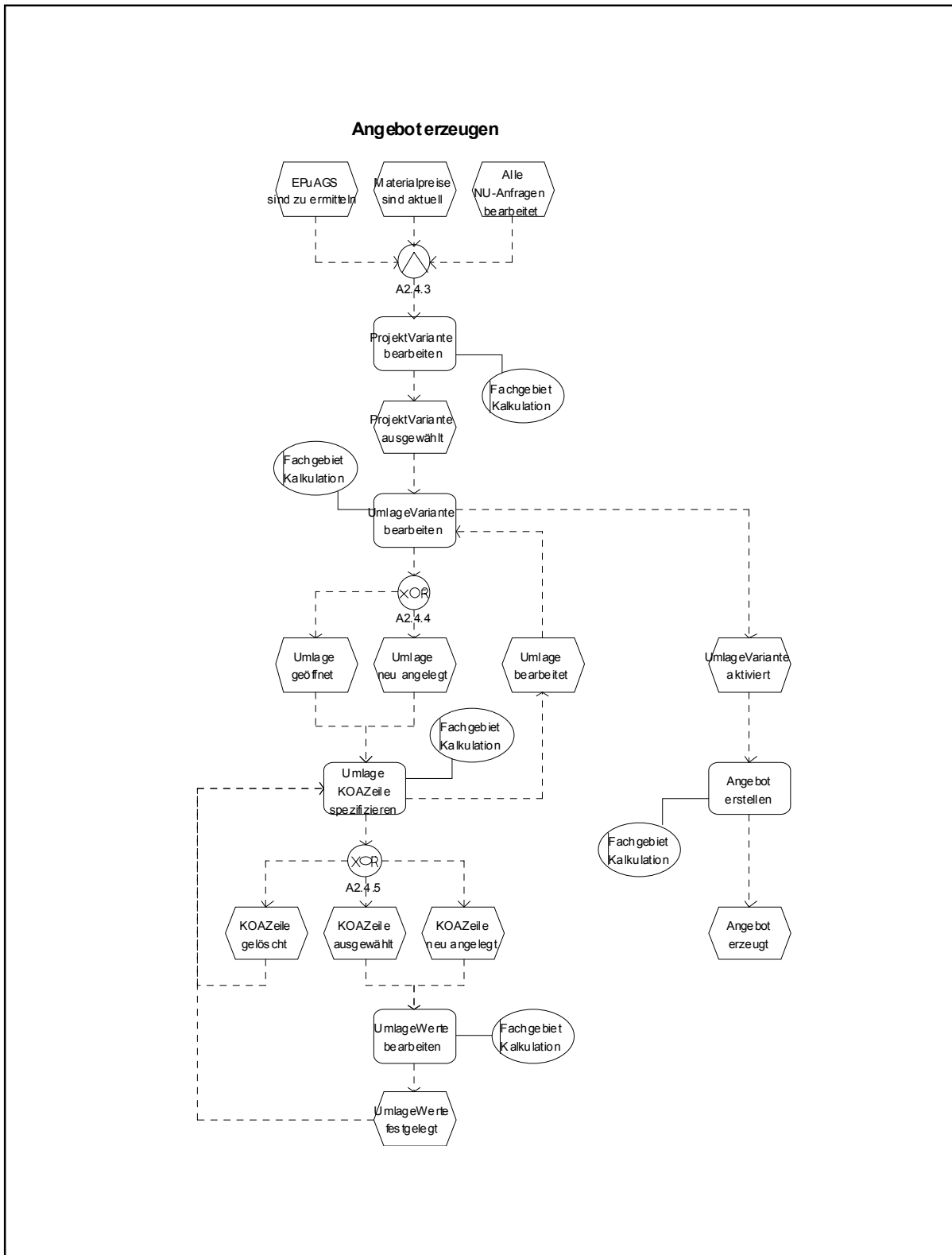


Abbildung A.7: Teilprozeß NU-Anfrage durchführen und Preisspiegel bearbeiten

Abbildung A.8: Teilprozeß *Angebot erzeugen*

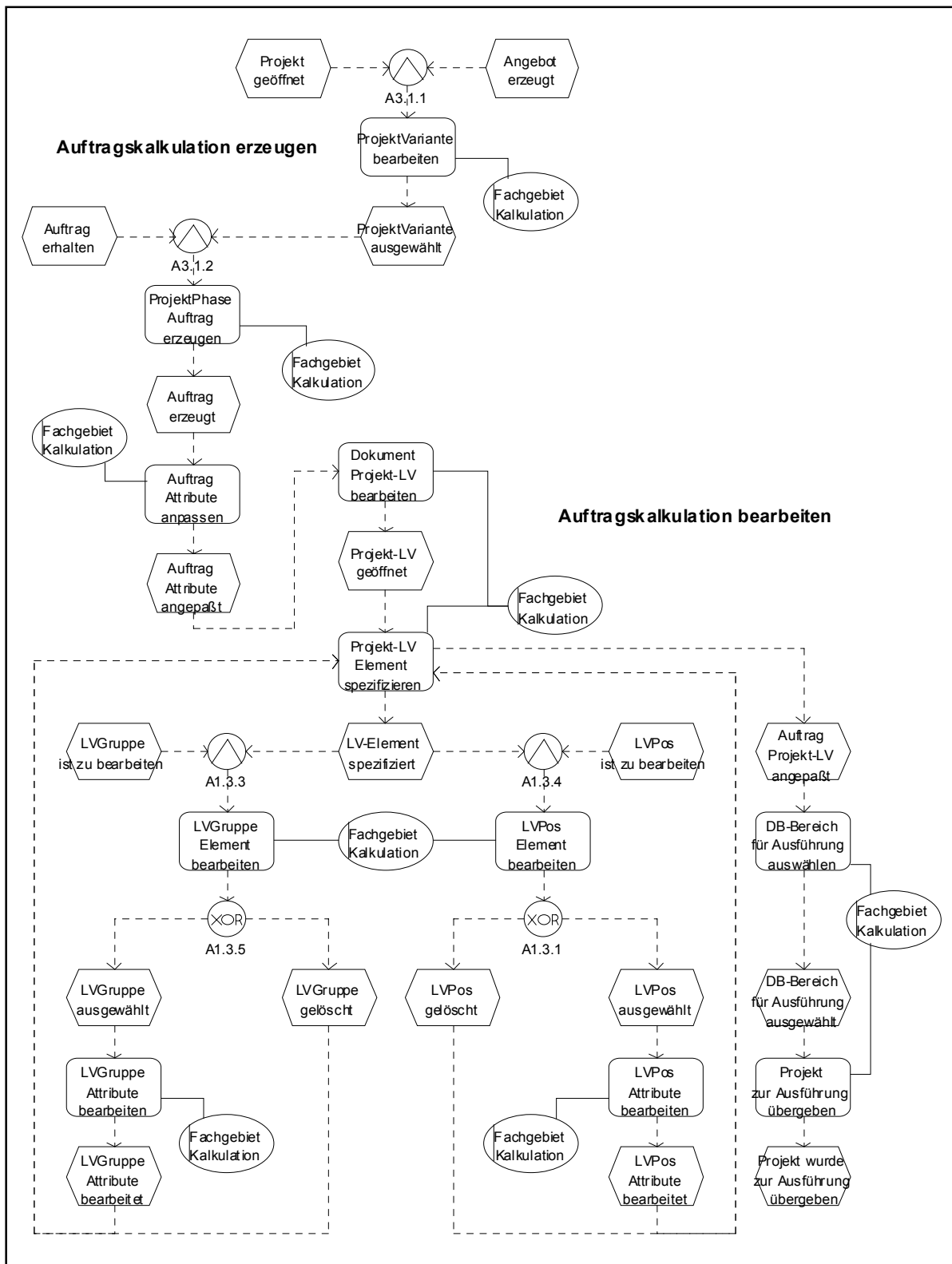


Abbildung A.9: Teilprozesse *Auftragskalkulation erzeugen*, *Auftragskalkulation bearbeiten*



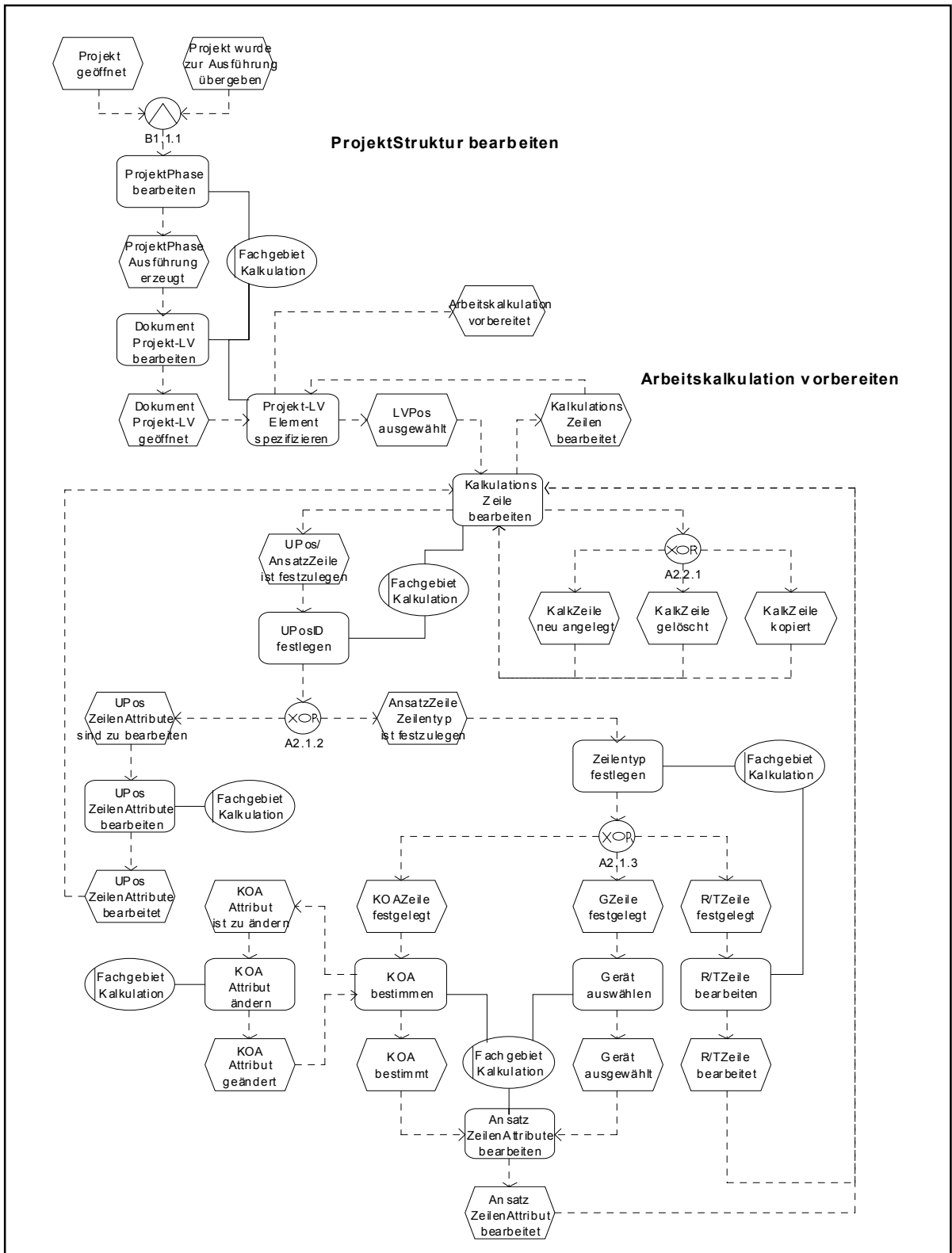


Abbildung A.10: Teilprozeß *Arbeitskalkulation vorbereiten*

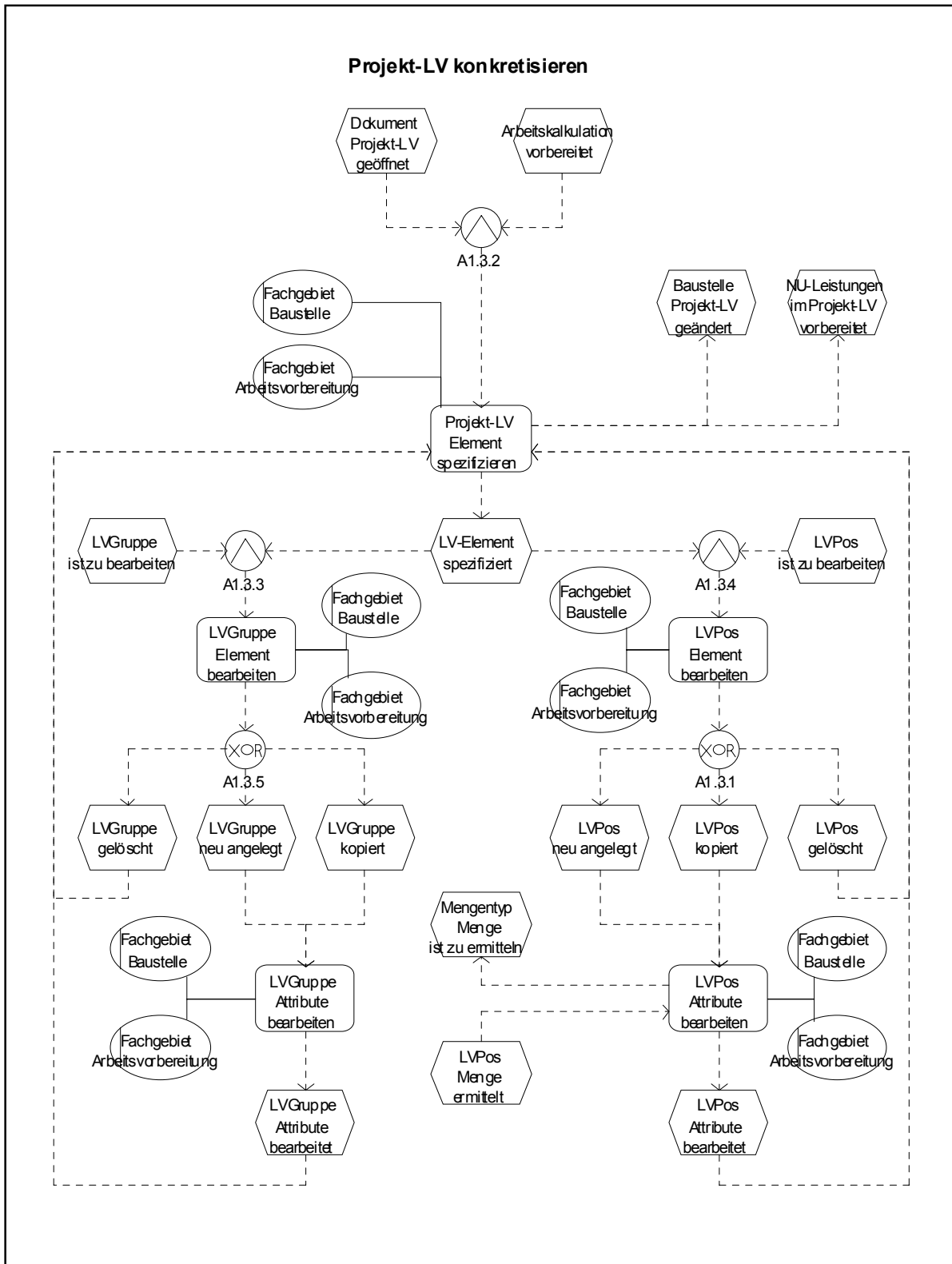


Abbildung A.11: Teilprozeß *Projekt-LV konkretisieren*

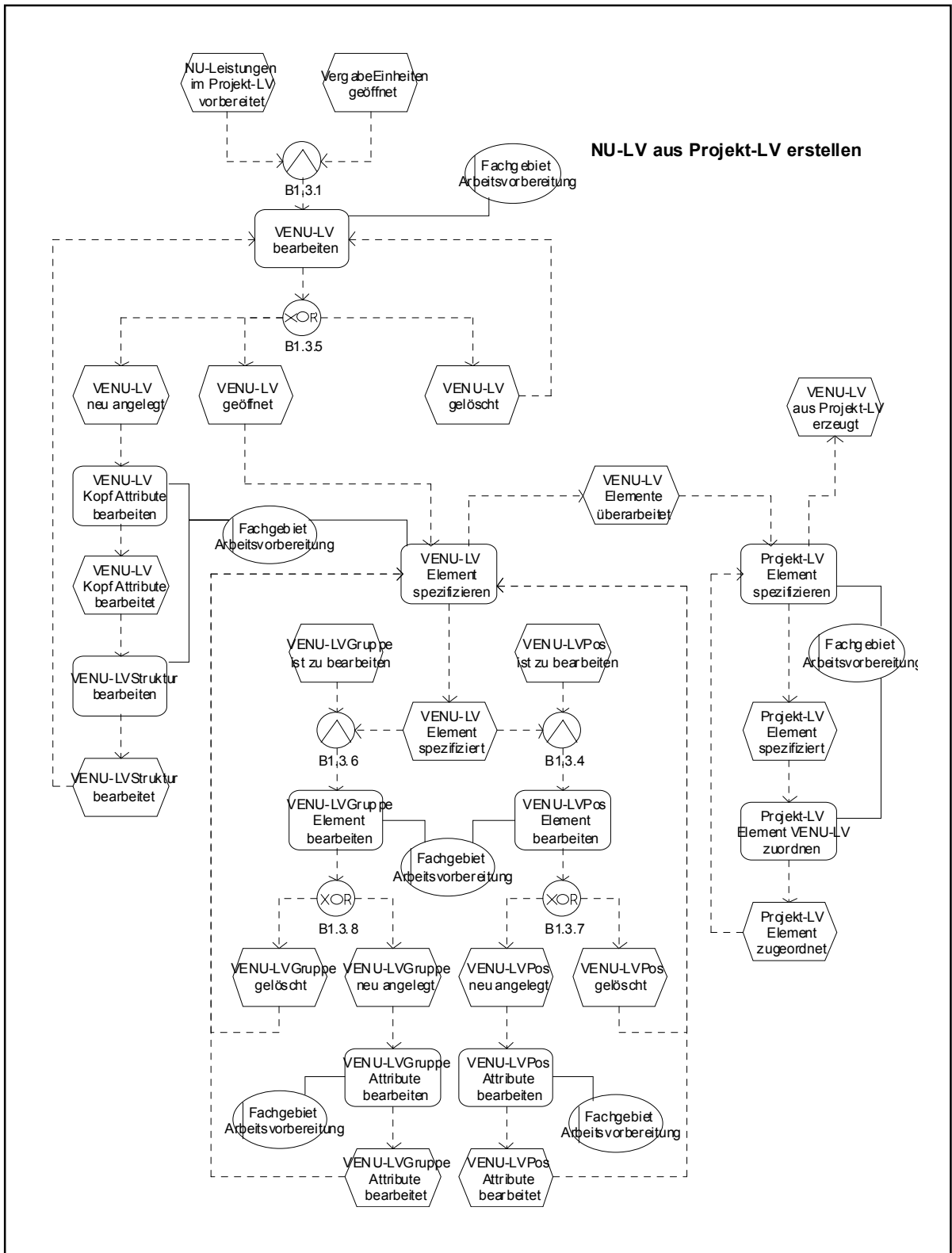


Abbildung A.12: Teilprozesse *NU-LV aus Projekt-LV erstellen*

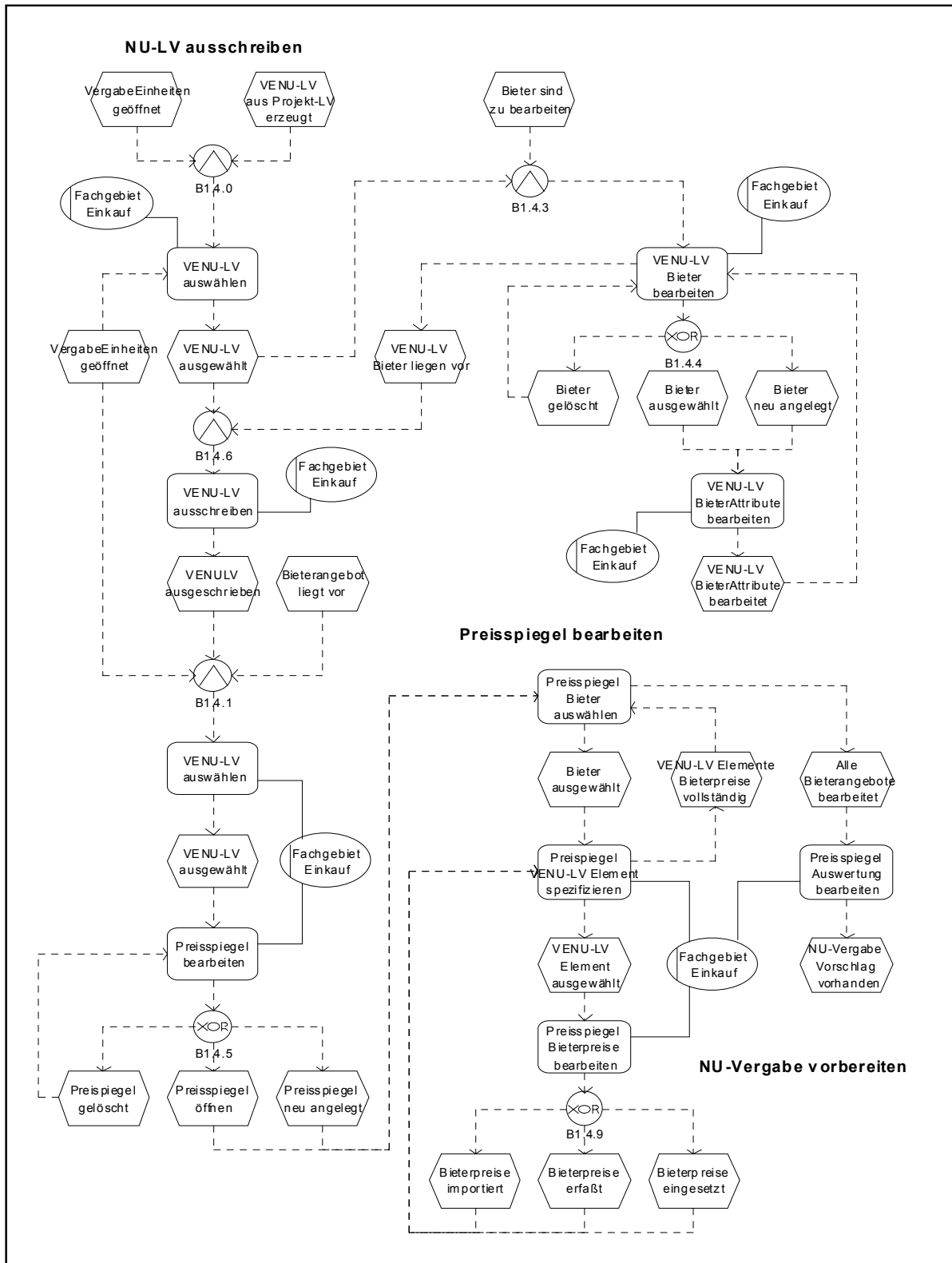
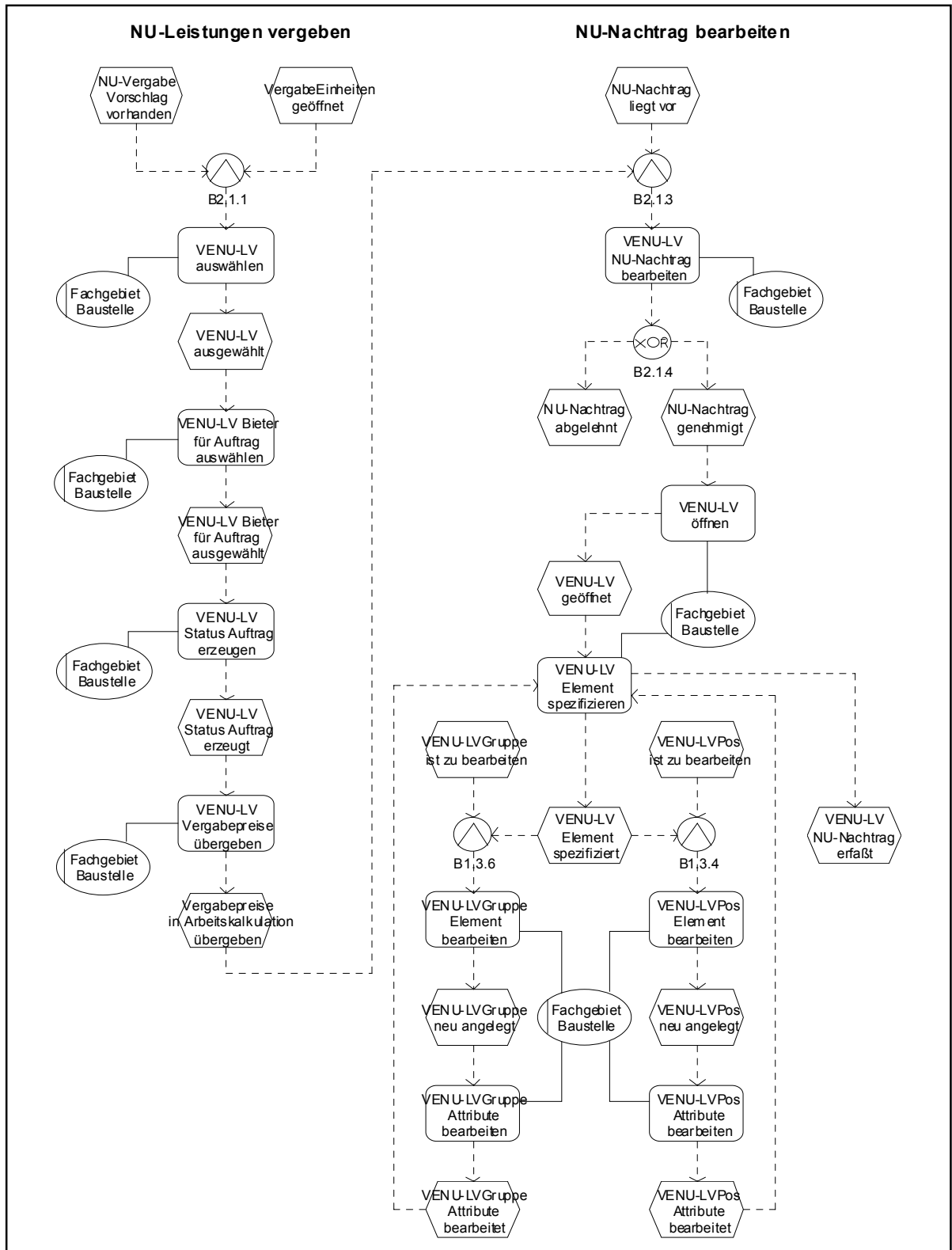


Abbildung A.13: Teilprozesse *NU-LV ausschreiben*, *Preisspiegel bearbeiten*, *NU-Vergabe vorbereiten*

Abbildung A.14: Teilprozesse *NU-Auftrag vergeben, NU-Nachtrag bearbeiten*

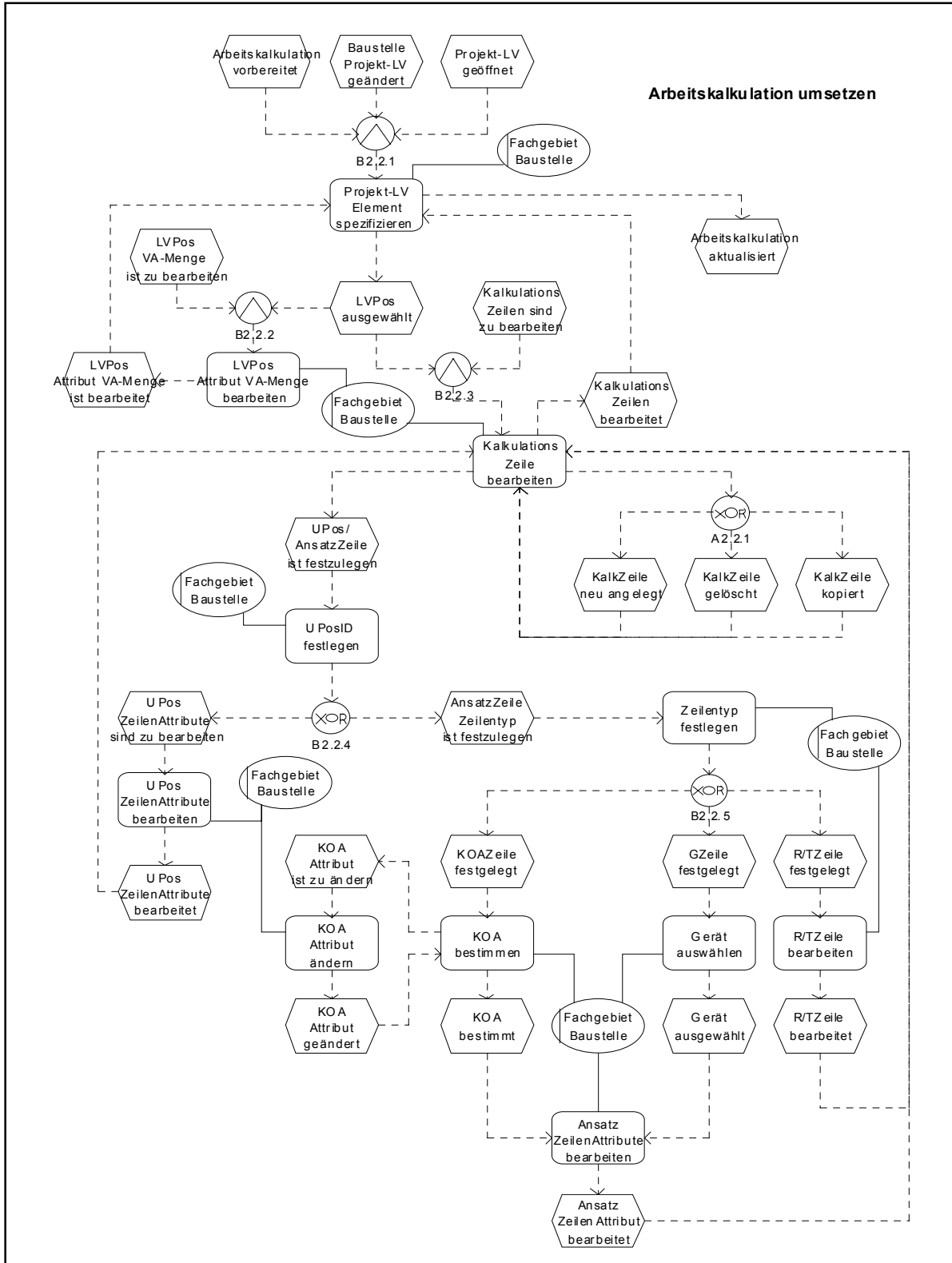
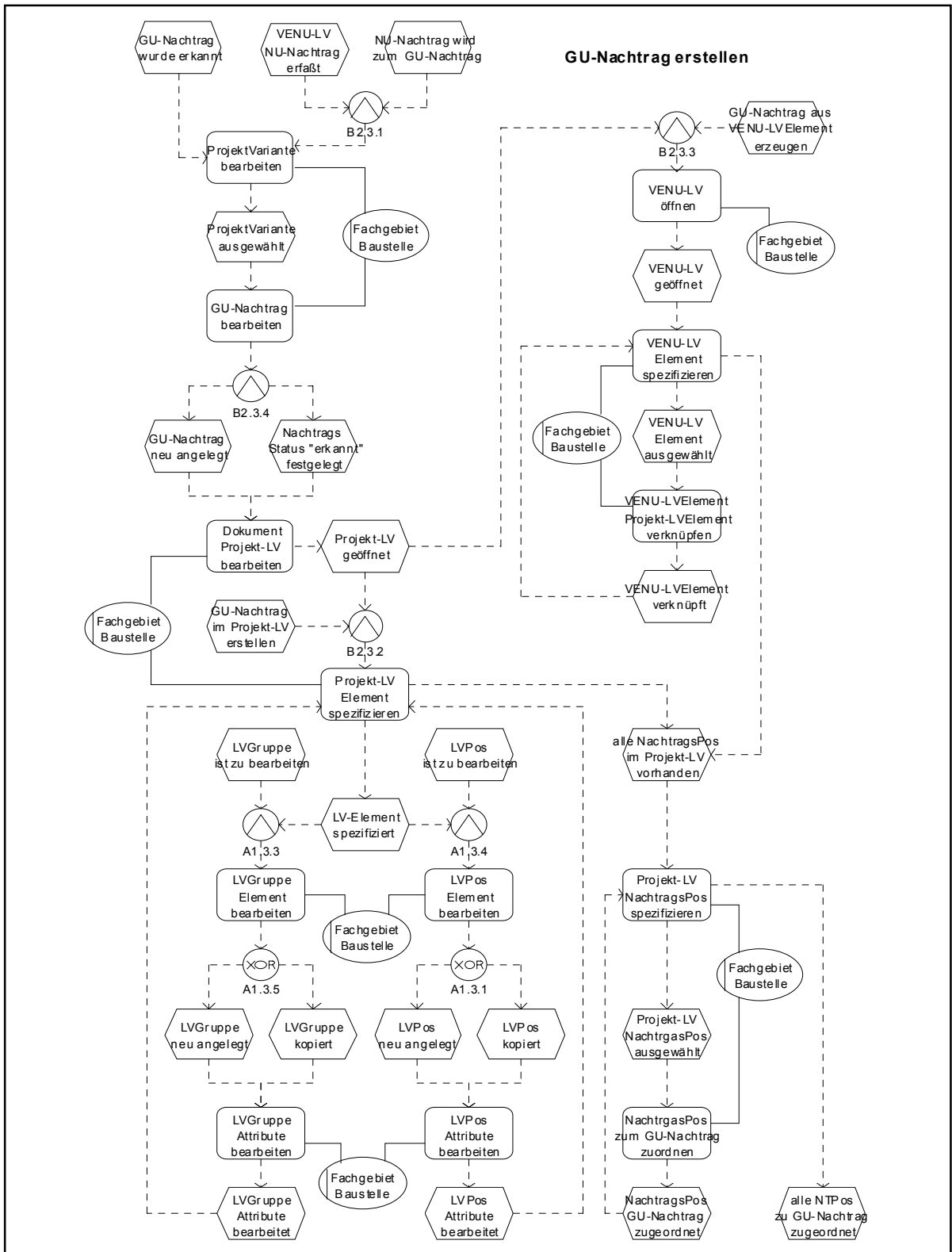


Abbildung A.15: Teilprozesse *Arbeitskalkulation umsetzen*

Abbildung A.16: Teilprozesse *GU-Nachtrag erstellen*

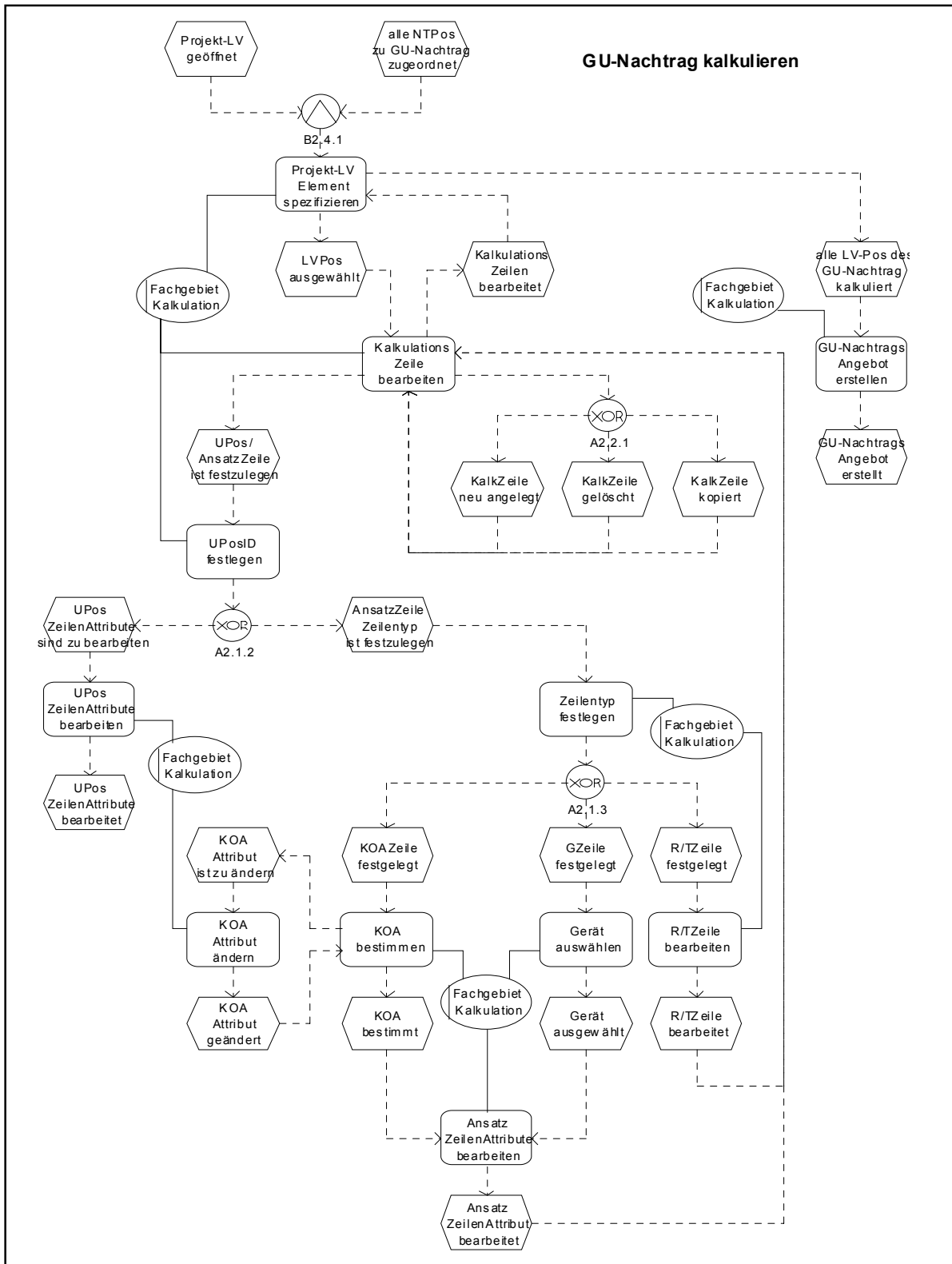
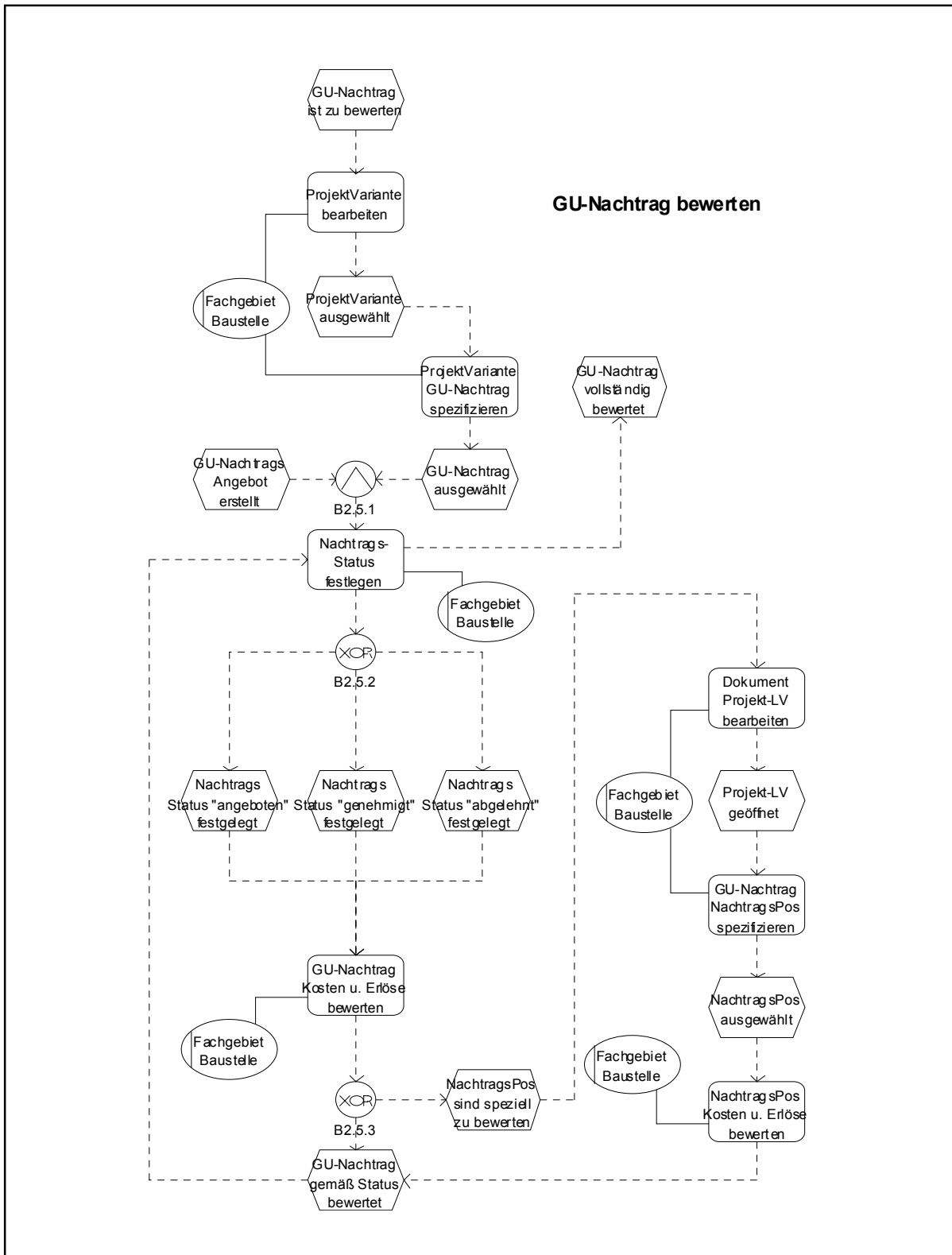


Abbildung A.17: Teilprozeß *GU-Nachtrag kalkulieren*



Abbildung A.18: Teilprozeß *GU-Nachtrag bewerten*

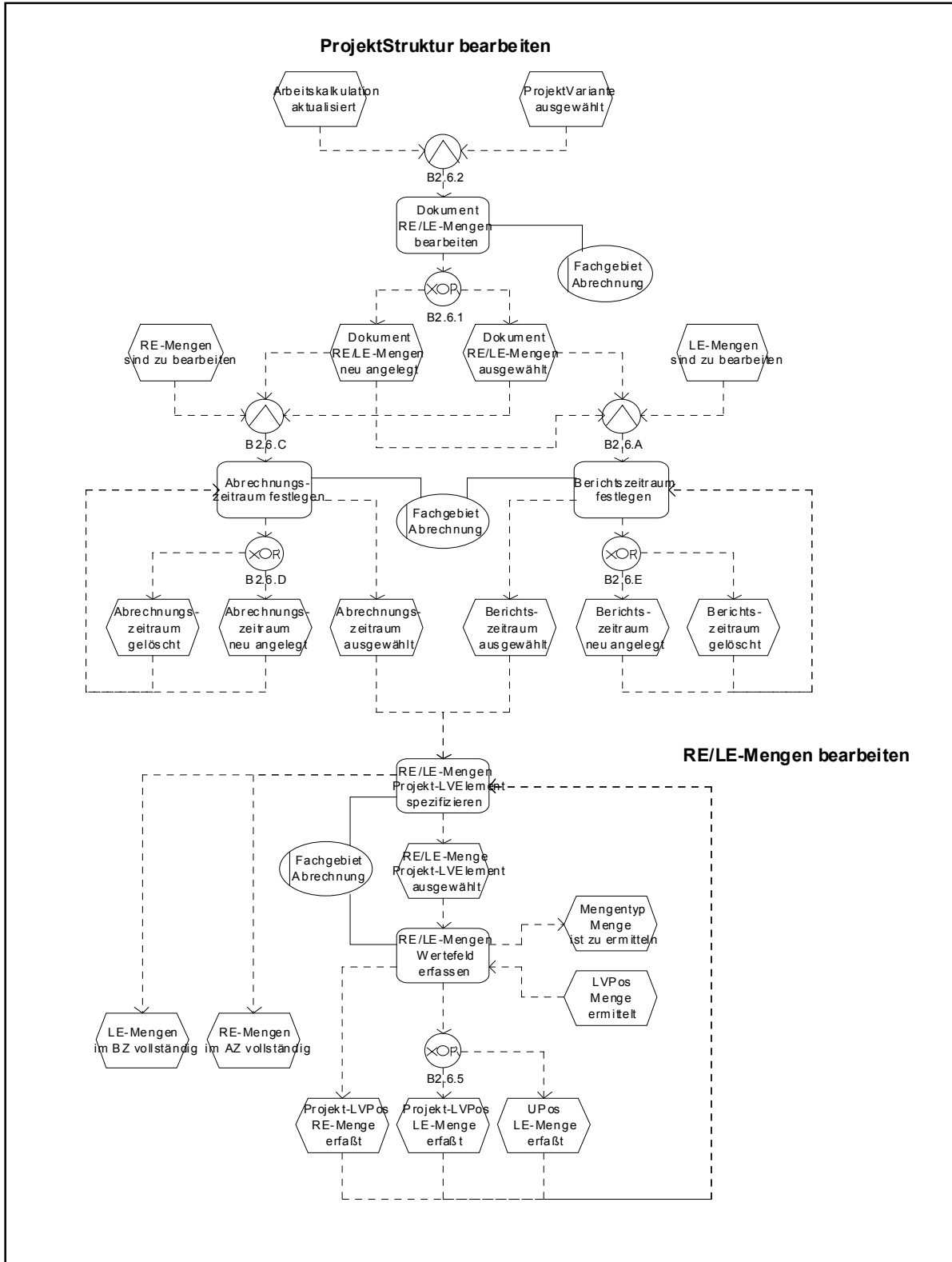
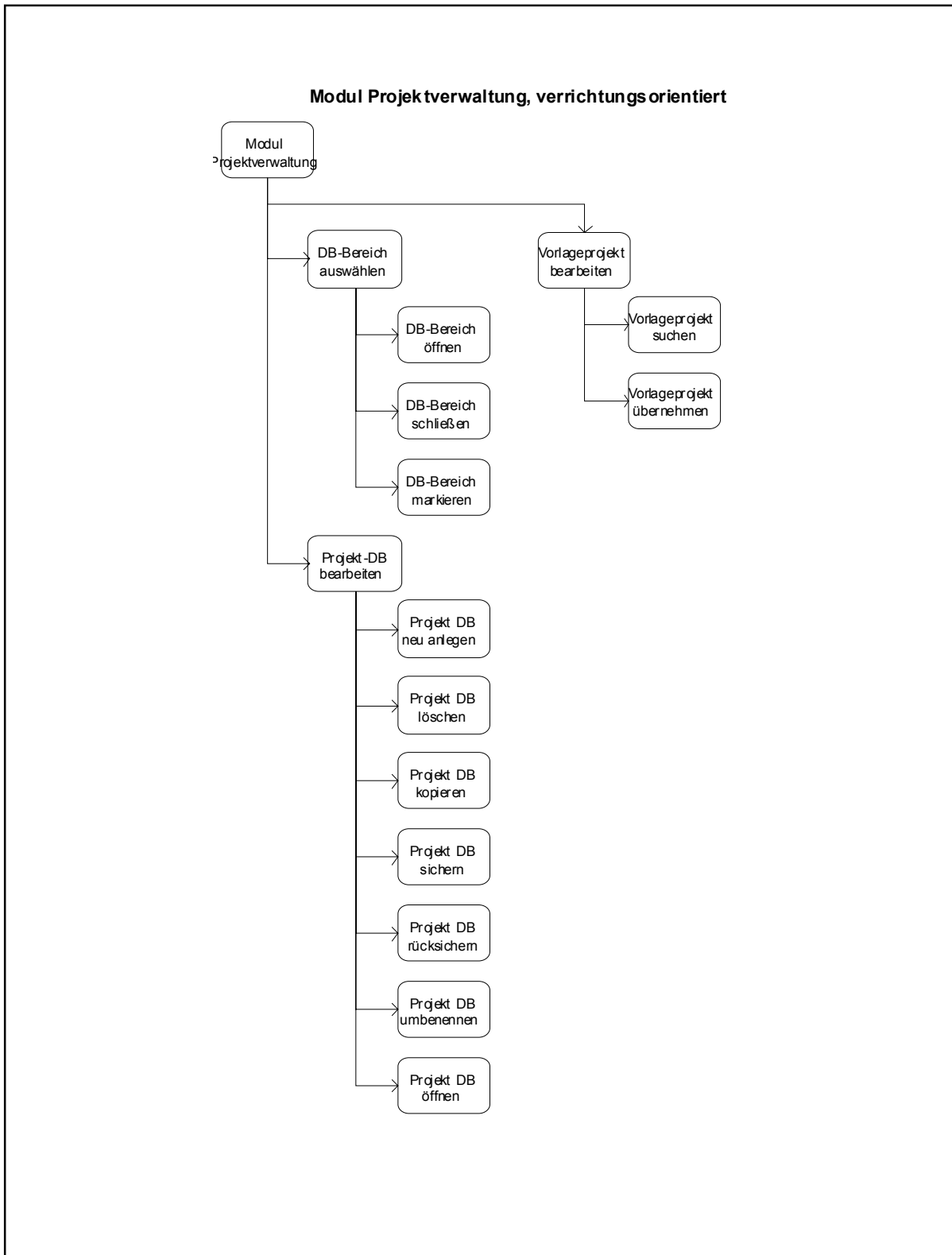


Abbildung A.19: Teilprozeß REuLE-Mengen bearbeiten

Abbildung A.20: Funktionsbaum *Modul Projektverwaltung*

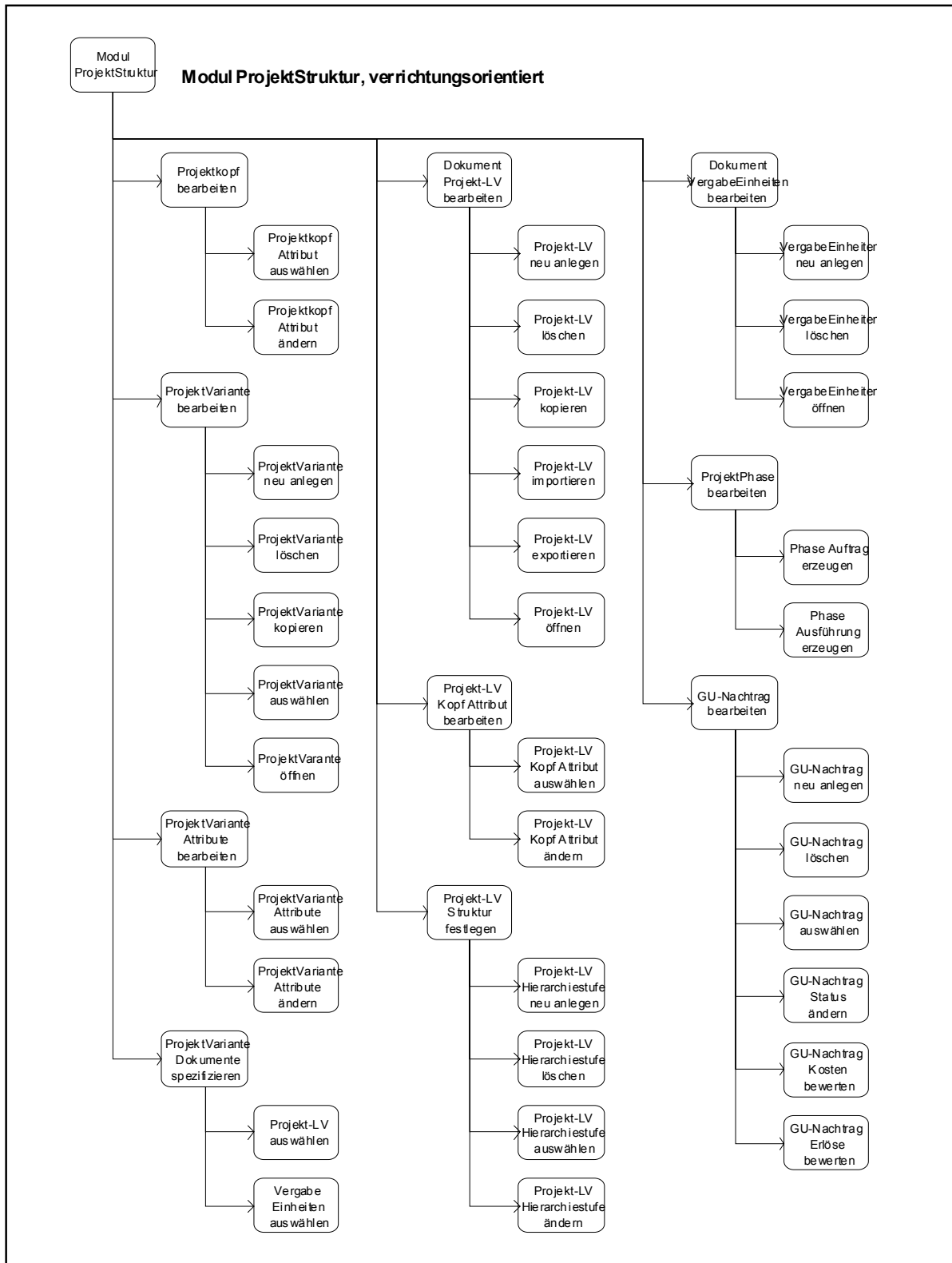
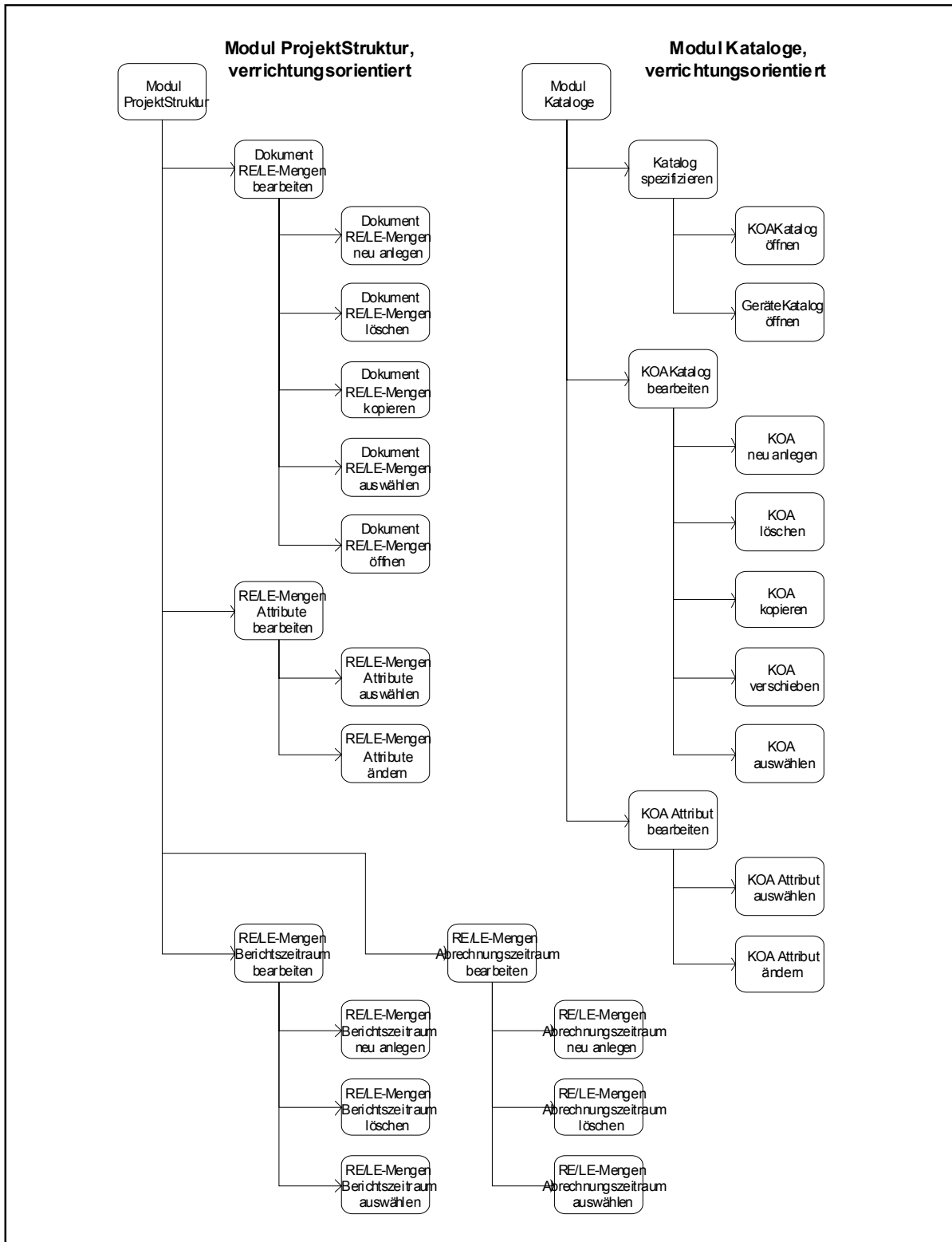
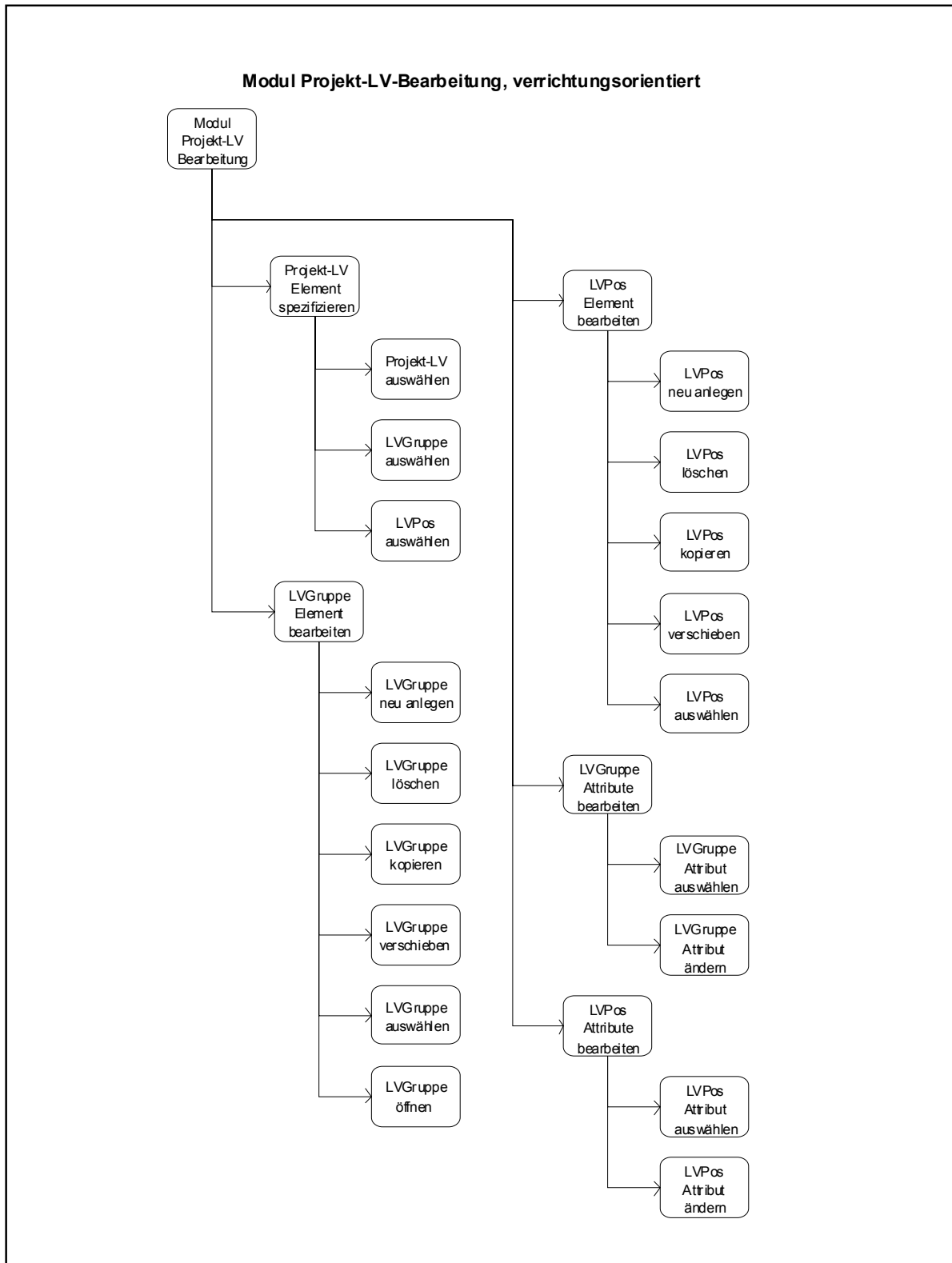
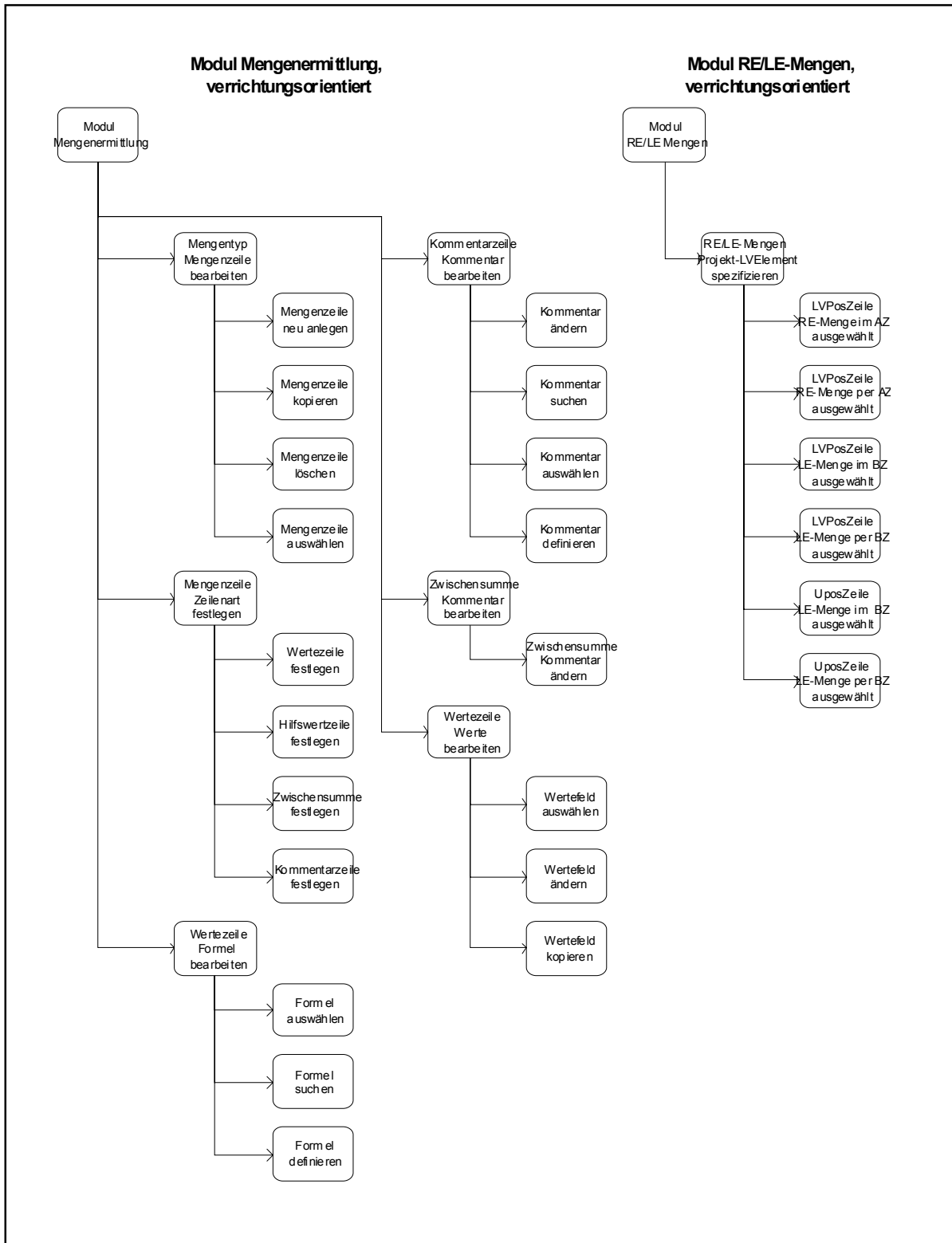


Abbildung A.21: Funktionsbaum *Modul ProjektStruktur*

Abbildung A.22: Funktionsbaum *Modul Projektstruktur* und *Modul Kataloge*

Abbildung A.23: Funktionsbaum *Modul Modul LV-Bearbeitung*

Abbildung A.24: Funktionsbaum *Modul Mengenermittlung* und *Modul RE/LE-Mengen*

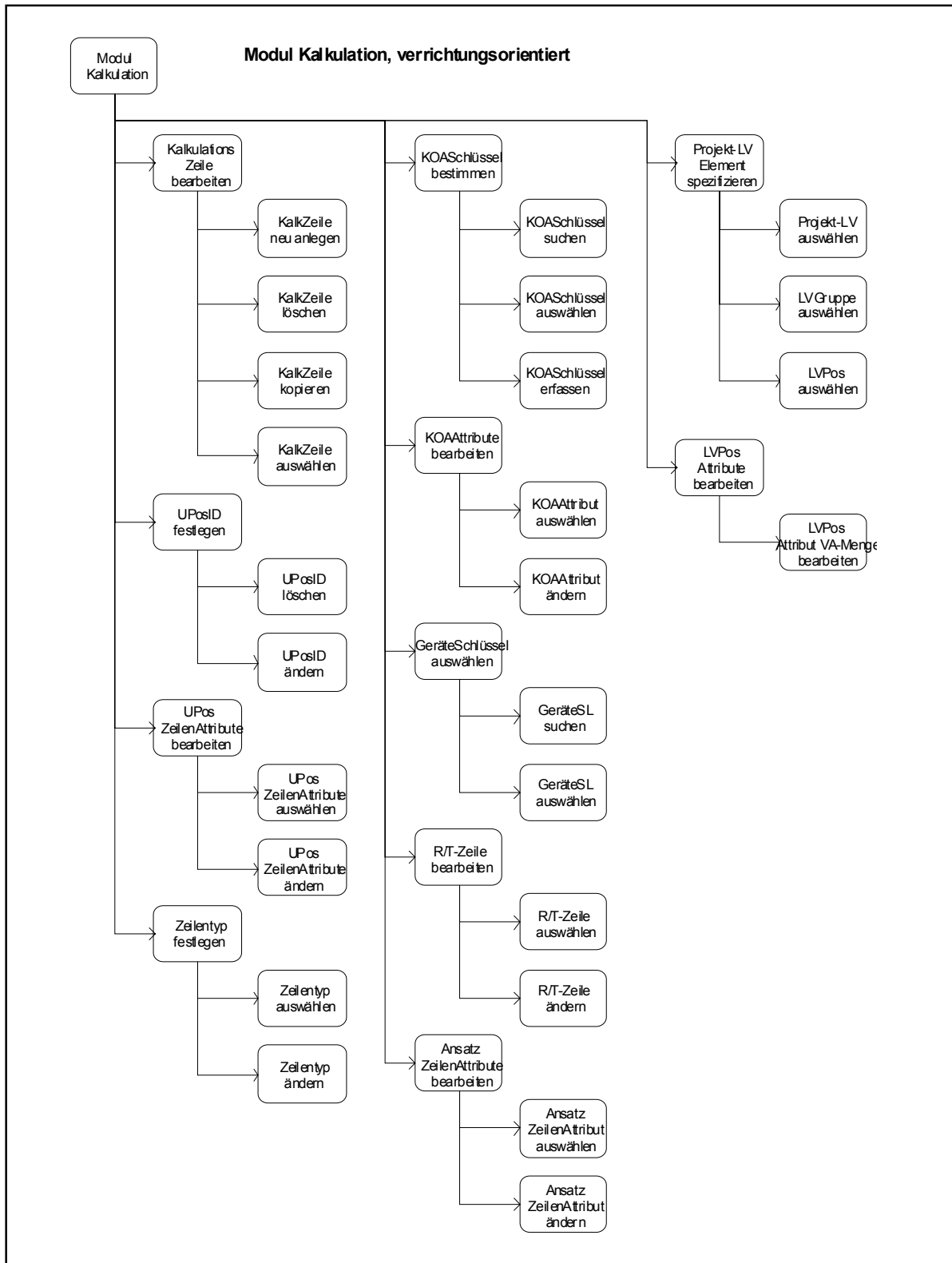
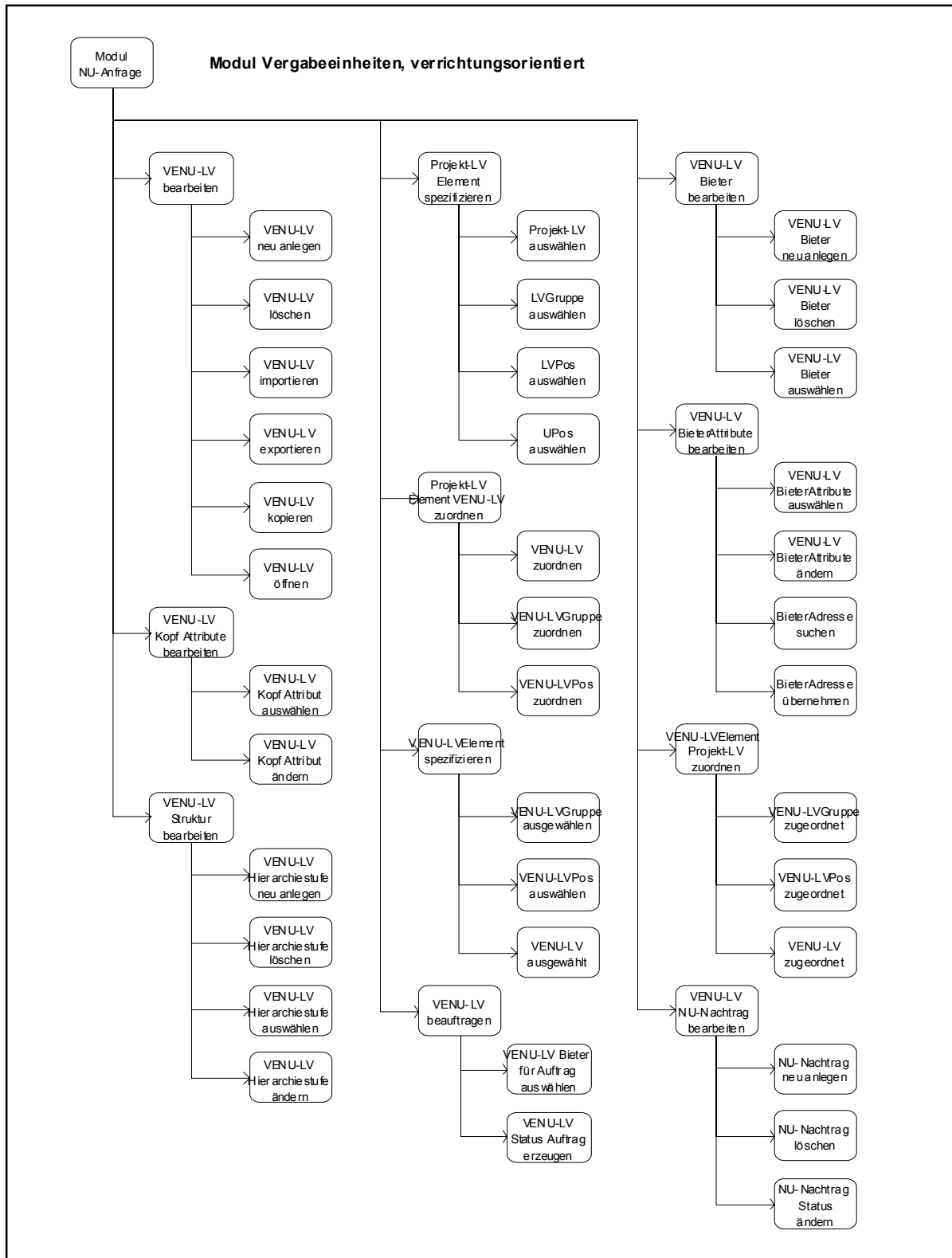


Abbildung A.25: Funktionsbaum *Modul Kalkulation*



Abbildung A.26: Funktionsbaum *Modul Vergabeeinheiten*

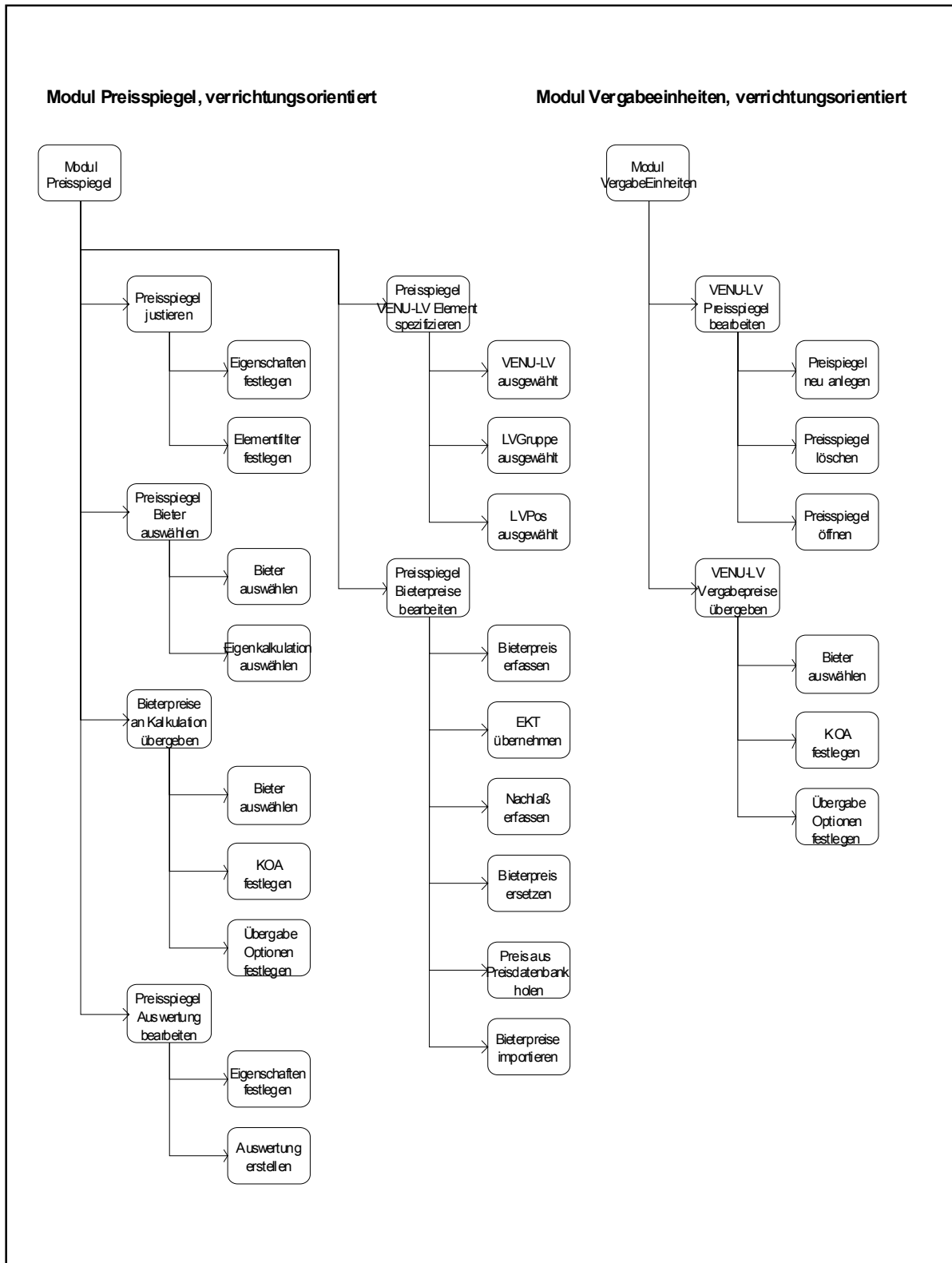
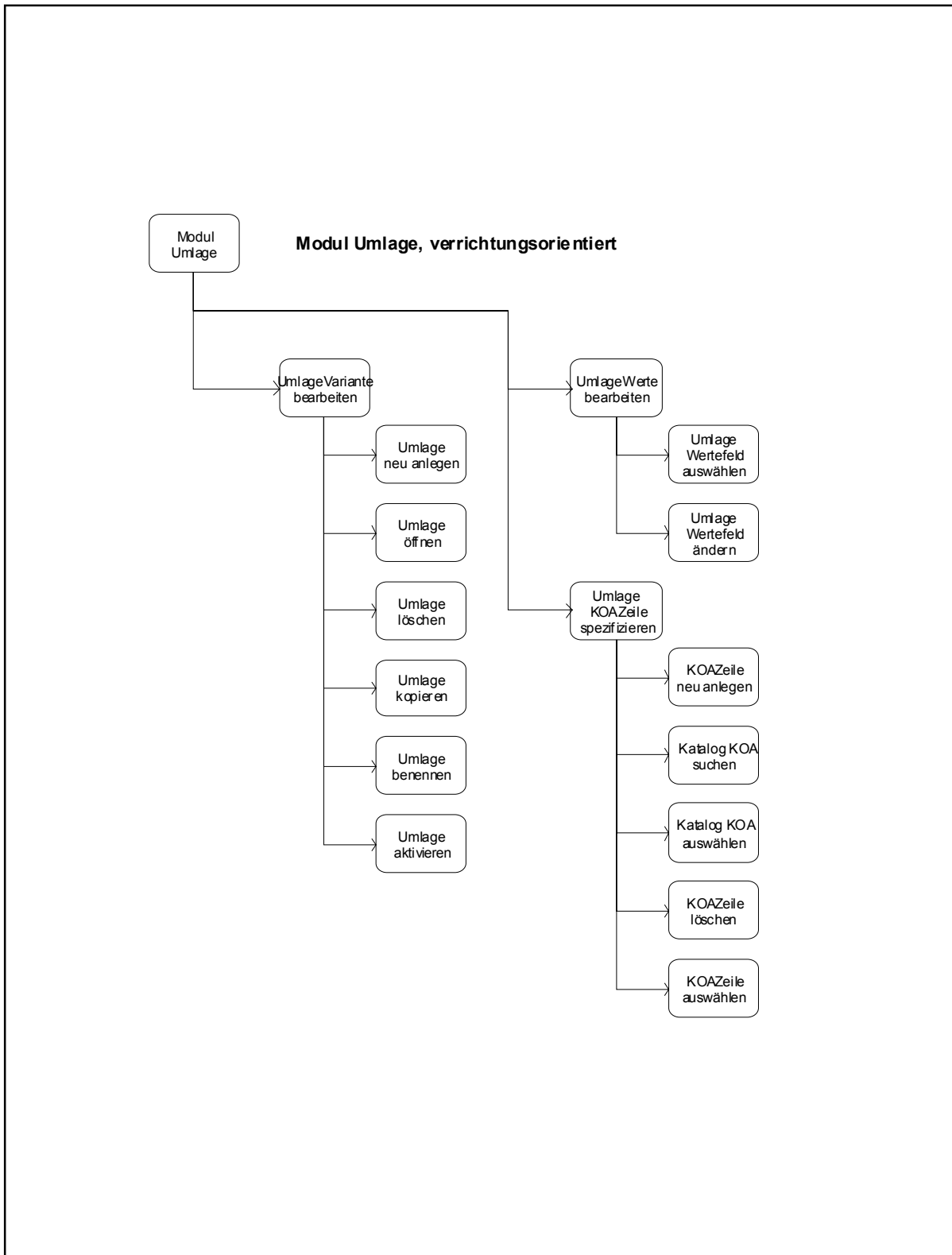
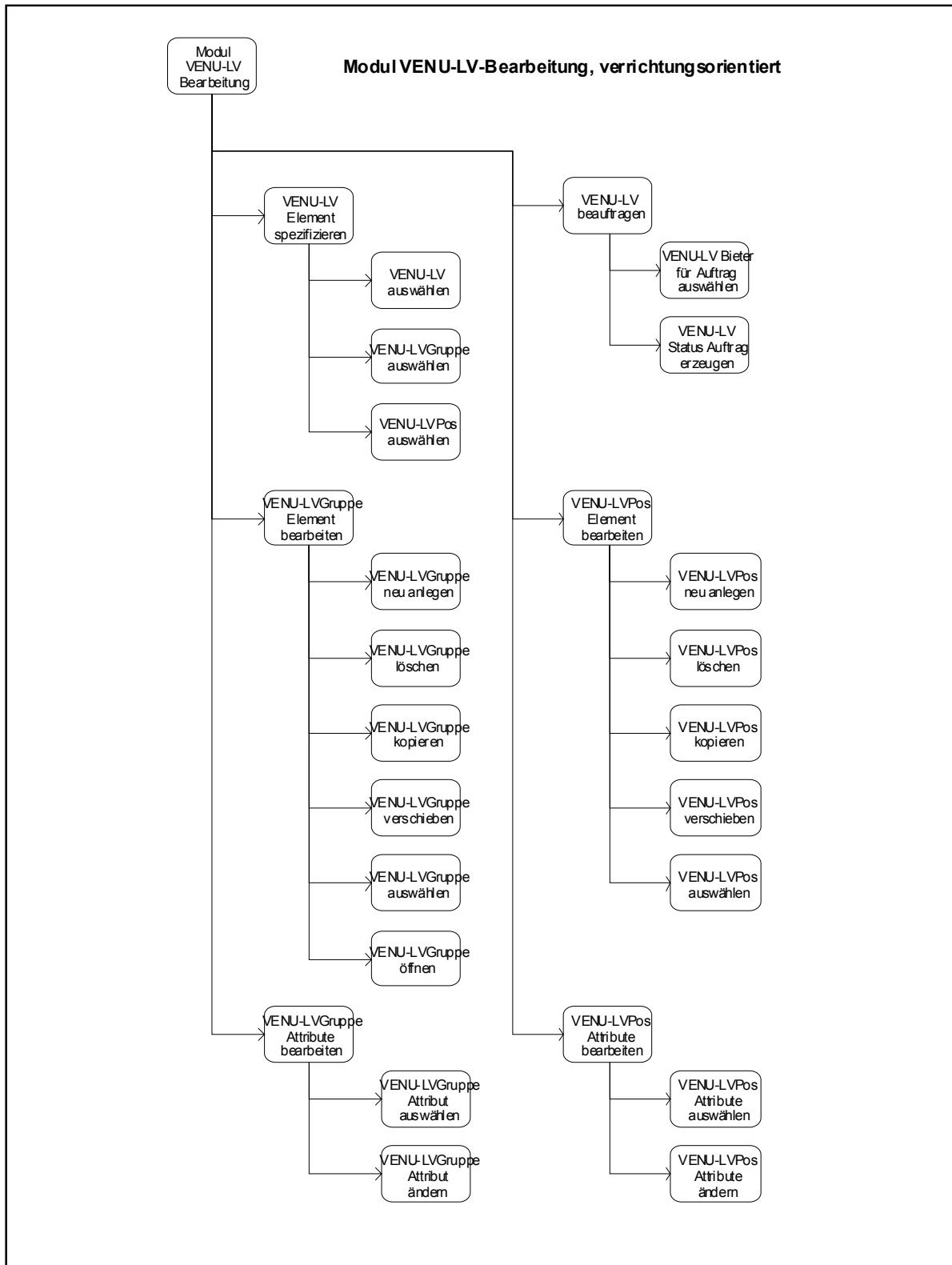
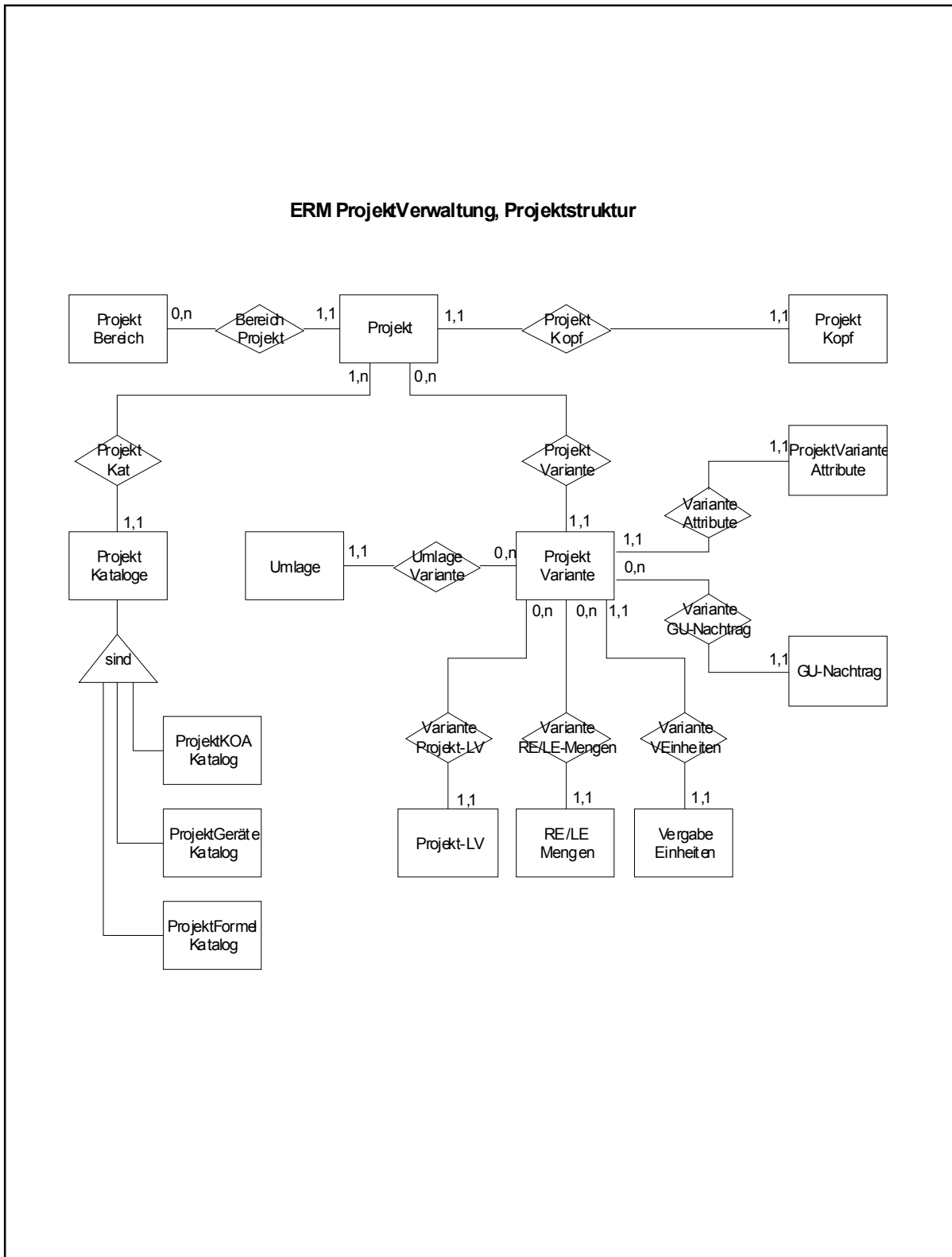


Abbildung A.27: Funktionsbaum *Modul Preisspiegel*

Abbildung A.28: Funktionsbaum *Modul Umlage*

Abbildung A.29: Funktionsbaum *Modul VENU-LV-Bearbeitung*

Abbildung A.30: Entity Relationship Model *ProjektVerwaltung, ProjektStruktur*

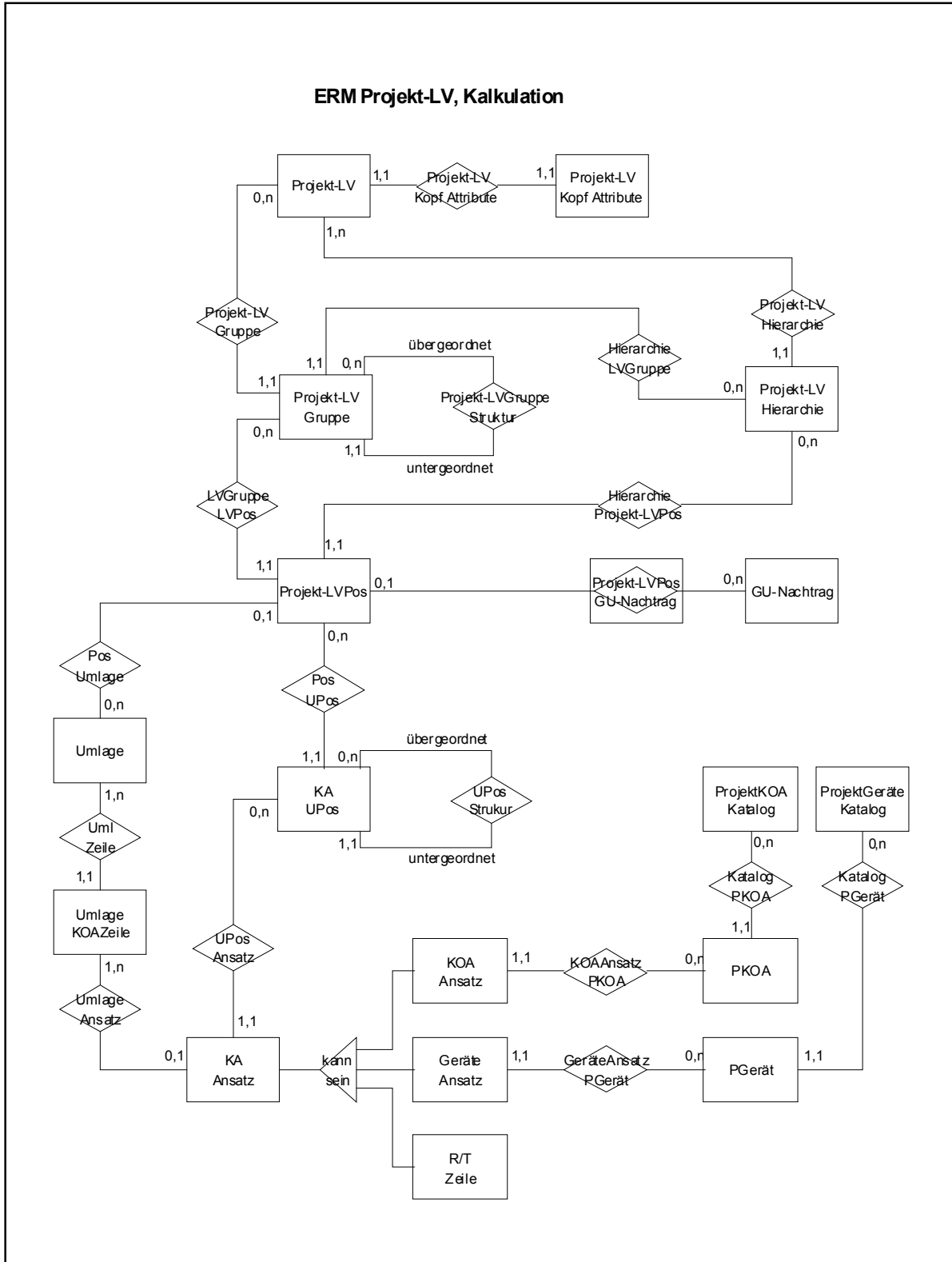


Abbildung A.31: Entity Relationship Model *Projekt-LV, Kalkulation*

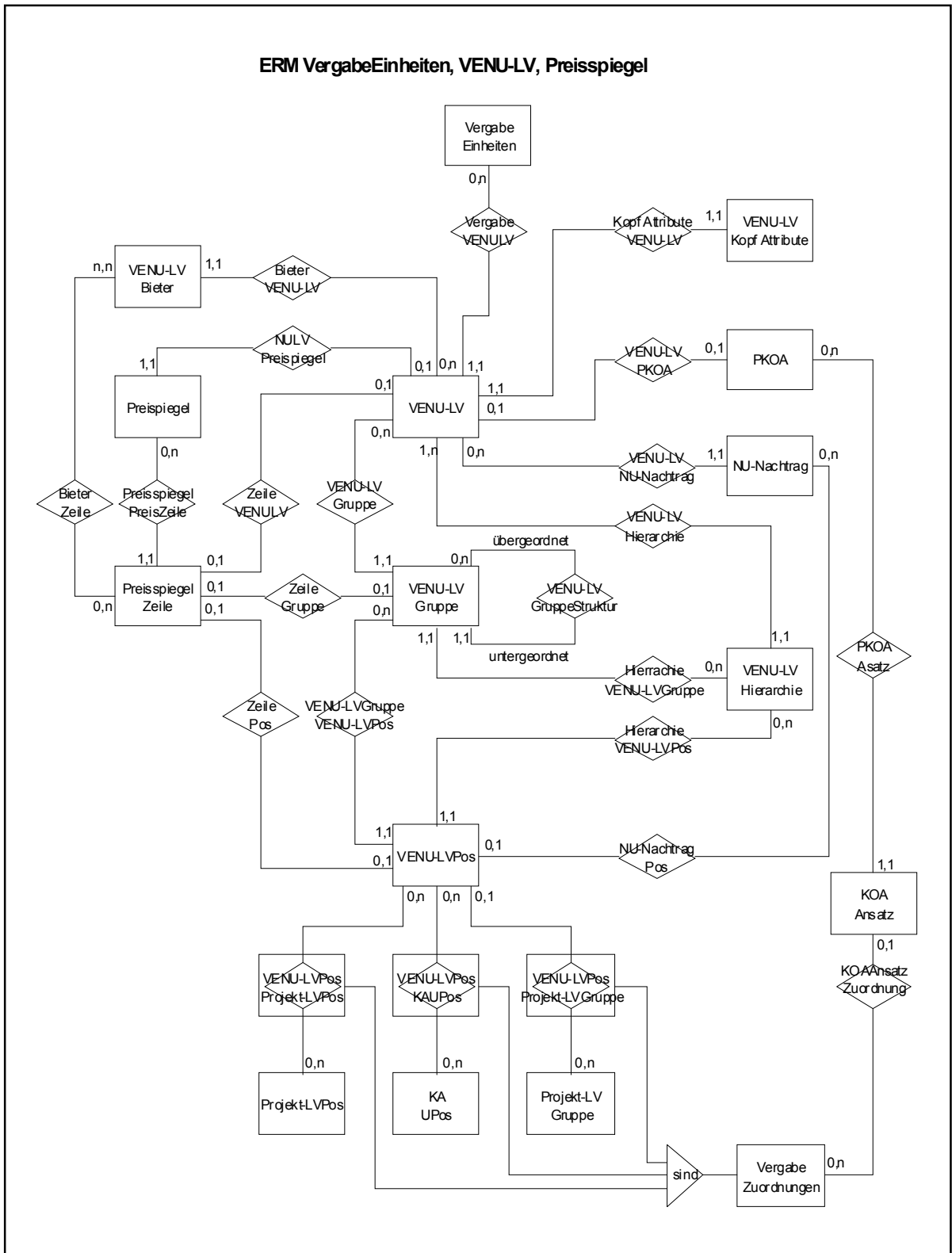


Abbildung A.32: Entity Relationship Model *Vergabeeinheiten, VENU-LV, Preisspiegel*

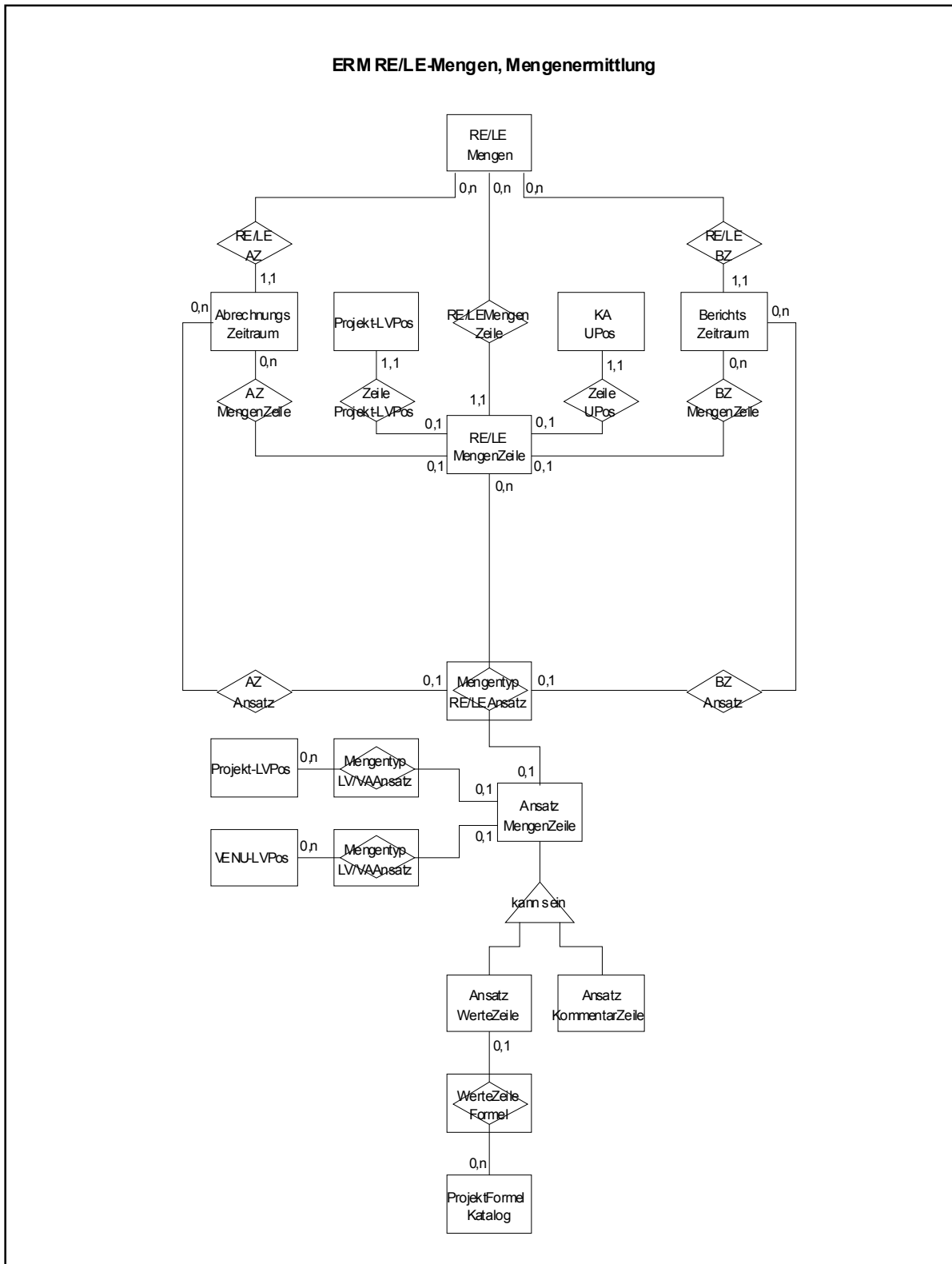


Abbildung A.33: Entity Relationship Model *RE/LE-Mengen, Mengenermittlung*



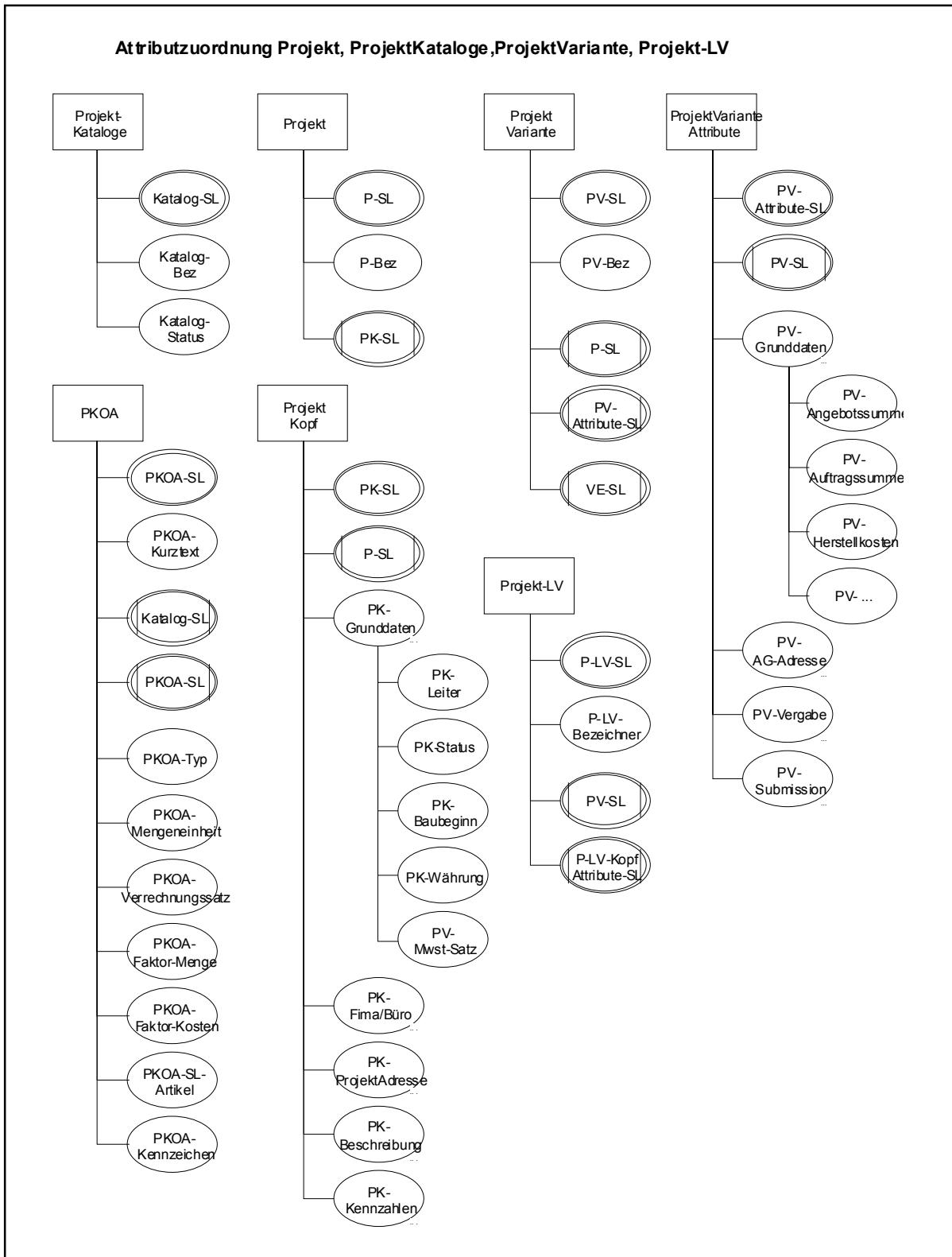


Abbildung A.34: Attributzuordnung *ProjektVerwaltung, ProjektStruktur*

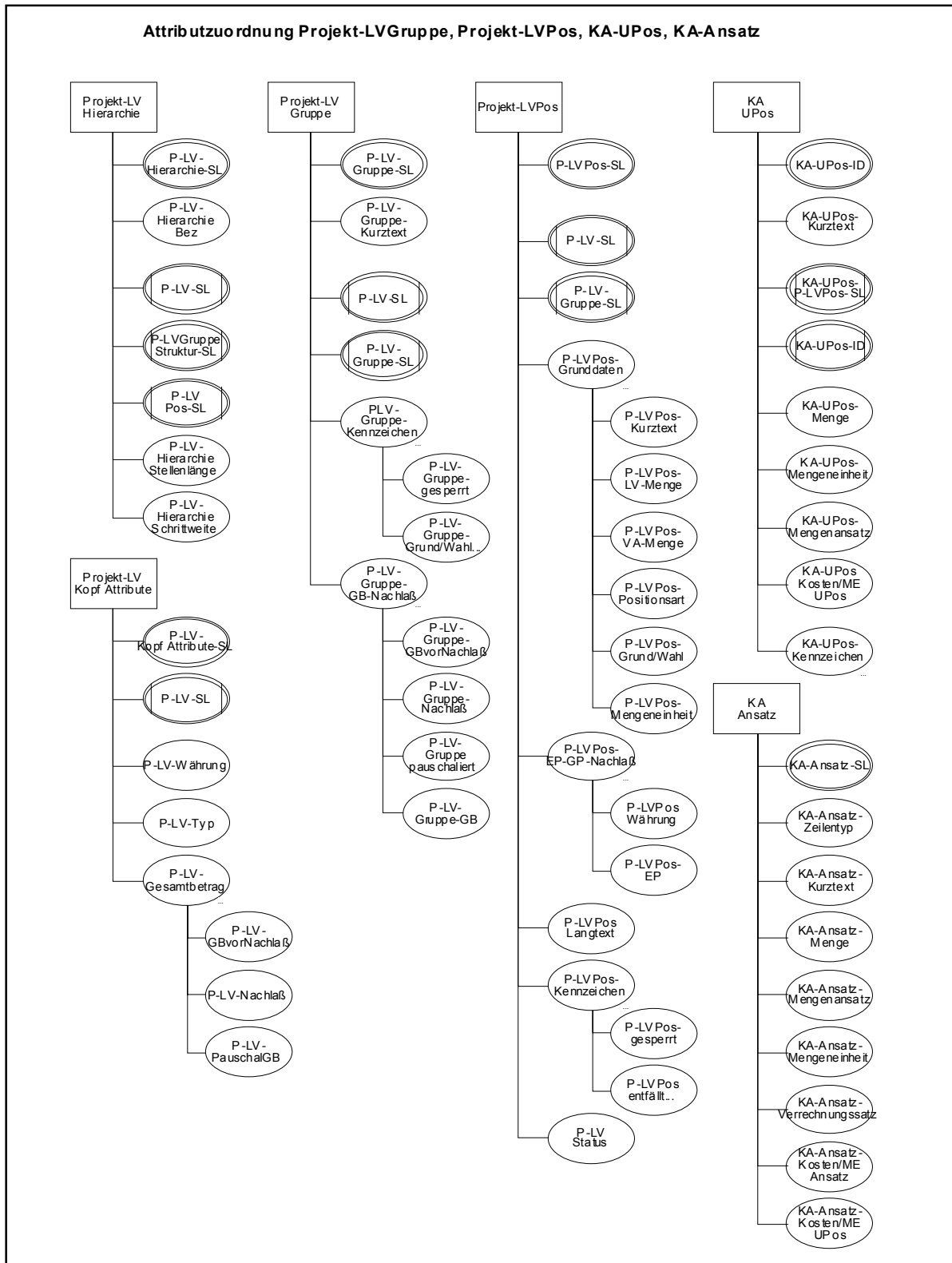


Abbildung A.35: Attributzuordnung *Projekt-LV, Kalkulation*

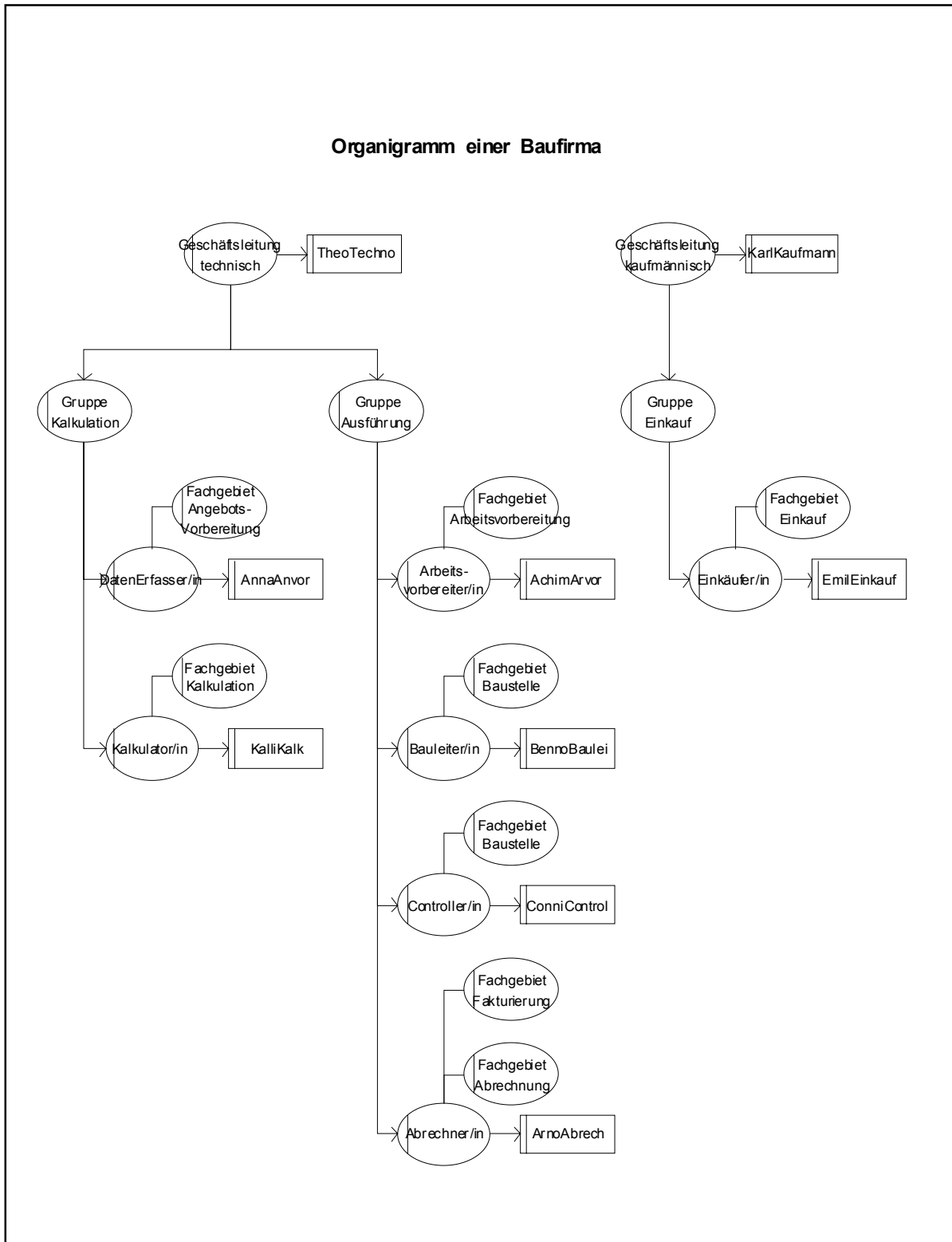


Abbildung A.36: Organigramm einer Beispielfirma



# Anhang B

## Modellbeziehungen

Teil-Prozeß	Prozeßschritt	Funktion	Modul
Projekt Verwaltung	DB-Bereich auswählen	DB-Bereich auswählen	Projektverwaltung
	Projekt-DB bearbeiten	Projekt-DB bearbeiten	
	Vorlageprojekt bearbeiten	Vorlageprojekt bearbeiten	
Projektstruktur bearbeiten	Projektkopf bearbeiten	Projektkopf bearbeiten	Projektstruktur (PS)
	ProjektVariante bearbeiten	ProjektVariante bearbeiten	
	ProjektVariante Attribute bearbeiten	ProjektVariante Attribute bearbeiten	
	ProjektVariante Dokumente spezifizieren	ProjektVariante Dokumente spezifizieren	
	Dokument Projekt-LV bearbeiten	Dokument Projekt-LV bearbeiten	
	Projekt-LV Struktur festlegen	Projekt-LV Struktur festlegen	
	Projekt-LV Kopf Attribute bearbeiten	Projekt-LV Kopf Attribute bearbeiten	
	Dokument VergabeEinheiten bearbeiten	Dokument VergabeEinheiten bearbeiten	
Projekt-LV bearbeiten	Projekt-LV Element spezifizieren	Projekt-LV Element spezifizieren	Projekt-LV Bearbeitung
	LVGruppe Element bearbeiten	LVGruppe Element bearbeiten	
	LVGruppe Attribute bearbeiten	LVGruppe Attribute bearbeiten	
	LVPos Element bearbeiten	LVPos Element bearbeiten	
	LVPosAttribute bearbeiten	LVPosAttribute bearbeiten	
Mengen ermitteln	Mengentyp Mengenzeile bearbeiten	Mengentyp Mengenzeile bearbeiten	Mengen-ermittlung
	Mengenzeile Zeilenart festlegen	Mengenzeile Zeilenart festlegen	
	Wertezeile Formel bearbeiten	Wertezeile Formel bearbeiten	
	Wertezeile Werte bearbeiten	Wertezeile Werte bearbeiten	
	Zwischensumme Kommentar bearbeiten	Zwischensumme Kommentar bearbeiten	
	Kommentarzeile Kommentar bearbeiten	Kommentarzeile Kommentar bearbeiten	
Herstellkosten kalkulieren	Projekt-LV Element spezifizieren	Projekt-LV Element spezifizieren	Kalkulation
	KalkulationsZeile bearbeiten	KalkulationsZeile bearbeiten	
	UPosID festlegen	UPosID festlegen	
	UPosID ZeilenAttribute bearbeiten	UPosID ZeilenAttribute bearbeiten	
	Zeilentyp festlegen	Zeilentyp festlegen	
	KOA bestimmen	KOA Schlüssel bestimmen	
	KOA Attribut ändern	KOA Attribut bearbeiten	
	Gerät auswählen	Gerät auswählen	
	Ansatz ZeilenAttribute bearbeiten	Ansatz ZeilenAttribute bearbeiten	
	R/TZeile bearbeiten	R/TZeile bearbeiten	
	Material anfragen	Materialauszug erzeugen	
Katalog spezifizieren		Katalog spezifizieren	
MaterialKOA spezifizieren		KOAKatalog bearbeiten	
MaterialKOA Attribut bearbeiten		KOA Attribut bearbeiten	
NU-Anfrage durchführen	VENU-LV bearbeiten	VENU-LV bearbeiten	Vergabe-einheiten (VE)
	VENU-LV Kopf Attribute bearbeiten	VENU-LV Kopf Attribute bearbeiten	
	VENU-LV Struktur bearbeiten	VENU-LV Struktur bearbeiten	
	Projekt-LV Element spezifizieren	Projekt-LV Element spezifizieren	
	Projekt-LV Element VENU-LV zuordnen	Projekt-LV Element VENU-LV zuordnen	
	VENU-LV Bieter bearbeiten	VENU-LV Bieter bearbeiten	
	VENU-LV BieterAttribute bearbeiten	VENU-LV BieterAttribute bearbeiten	
	VENU-LV anfragen	<i>nicht definiert</i>	

Fortsetzung mit Teilprozeß **Preisspiegel bearbeiten**

Tabelle B.1: Beziehung Prozeßmodell und Funktionsmodell (1/4)

Teil-Prozeß	Prozeßschritt	Funktion	Modul
Preisspiegel bearbeiten	VENU-LV auswählen	VENU-LV bearbeiten	VE
	VENU-LV Preisspiegel bearbeiten	VENU-LV Preisspiegel bearbeiten	
	Preisspiegel Bieter auswählen	Preisspiegel Bieter auswählen	Preisspiegel
	Preisspiegel VENU-LV Element spezifizieren	Preisspiegel VENU-LV Element spezifizieren	
	Preisspiegel Bieterpreise bearbeiten	Preisspiegel Bieterpreise bearbeiten	
	Preisspiegel Auswertung bearbeiten	Preisspiegel Auswertung bearbeiten	
	Bieterpreise an Kalkulation übergeben	Bieterpreise an Kalkulation übergeben	
Angebot erzeugen	ProjektVariante bearbeiten	ProjektVariante bearbeiten	PS
	UmlageVariante bearbeiten	UmlageVariante bearbeiten	Umlage
	Umlage KOAZeile spezifizieren	Umlage KOAZeile spezifizieren	
	Umlage Werte bearbeiten	Umlage Werte bearbeiten	
	Angebot erstellen	UmlageVariante bearbeiten	
Auftragskalkulation erzeugen	ProjektVariante bearbeiten	ProjektVariante bearbeiten	Projekt-Struktur (PS)
	ProjektPhase Auftrag erzeugen	ProjektPhase bearbeiten	
	Auftrag Attribute anpassen	ProjektVariante Attribute bearbeiten	
Auftragskalkulation bearbeiten	Dokument Projekt-LV bearbeiten	Dokument Projekt-LV bearbeiten	Projekt-LV-Bearbeitung
	Projekt-LV Element spezifizieren	Projekt-LV Element spezifizieren	
	LVGruppe Element bearbeiten	LVGruppe Element bearbeiten	
	LVGruppe Attribute bearbeiten	LVGruppe Attribute bearbeiten	
	LVPos Element bearbeiten	LVPos Element bearbeiten	
	LVPos Attribute bearbeiten	LVPos Attribute bearbeiten	
	DB-Bereich für Ausführung auswählen	DB-Bereich für Ausführung auswählen	PW
Projekt zur Ausführung übergeben	Projekt zur Ausführung übergeben		
Arbeitskalkulation vorbereiten	Projekt-LV Element spezifizieren	Projekt-LV Element spezifizieren	Kalkulation
	KalkulationsZeile bearbeiten	KalkulationsZeile bearbeiten	
	UPosID festlegen	UPosID festlegen	
	UPosID Zeileattribute bearbeiten	UPosID Zeileattribute bearbeiten	
	Zeilentyp festlegen	Zeilentyp festlegen	
	KOA bestimmen	KOA Schlüssel bestimmen	
	KOA Attribut ändern	KOA Attribut bearbeiten	
	Gerät auswählen	Gerät auswählen	
	Ansatz ZeilenAttribute bearbeiten	Ansatz ZeilenAttribute bearbeiten	
	R/TZeile bearbeiten	R/TZeile bearbeiten	
Projekt-LV konkretisieren	ProjektPhase bearbeiten	ProjektPhase bearbeiten	PS
	Dokument Projekt-LV bearbeiten	Dokument Projekt-LV bearbeiten	Projekt-LV-Bearbeitung
	Projekt-LV Element spezifizieren	Projekt-LV Element spezifizieren	
	LVGruppe Element bearbeiten	LVGruppe Element bearbeiten	
	LVGruppe Attribute bearbeiten	LVGruppe Attribute bearbeiten	
	LVPos Element bearbeiten	LVPos Element bearbeiten	
LVPos Attribute bearbeiten	LVPos Attribute bearbeiten		
NU-LV aus Projekt-LV erstellen	VENU-LV bearbeiten	VENU-LV bearbeiten	PS
	VENU-LV Kopf Attribute bearbeiten	VENU-LV Kopf Attribute bearbeiten	
	VENU-LV Struktur bearbeiten	VENU-LV Struktur bearbeiten	
	VENU-LV Element spezifizieren	VENU-LV Element spezifizieren	VENU-LV-Bearbeitung
	VENU-LVGruppe Element spezifizieren	VENU-LVGruppe Element spezifizieren	
	VENU-LVGruppe Attribute bearbeiten	VENU-LVGruppe Attribute bearbeiten	
	VENU-LVPos Element spezifizieren	VENU-LVPos Element spezifizieren	
	VENU-LVPos Attribute bearbeiten	VENU-LVPos Attribute bearbeiten	

Fortsetzung mit Teilprozeß **NU-LV importieren und zuordnen**

Tabelle B.2: Beziehung Prozeßmodell und Funktionsmodell (2/4)

Teil-prozeß	Prozeßschritt	Funktion	Modul
NU-LV aus-schreiben	VENU-LV auswählen	VENU-LV bearbeiten	Vergabeeinheit (VE)
	VENU-LV Bieter bearbeiten	VENU-LV Bieter bearbeiten	
	VENU-LV Bieter Attribute bearbeiten	VENU-LV Bieter Attribute bearbeiten	
	VENU-LV ausschreiben	nicht definiert	
Preisspiegel bearbeiten NU-Vergabe vorbereiten	VENU-LV auswählen	VENU-LV bearbeiten	Preis-spiegel
	VENU-LV Preisspiegel bearbeiten	VENU-LV Preisspiegel bearbeiten	
	Preisspiegel Bieter auswählen	Preisspiegel Bieter auswählen	
	Preisspiegel VENU-LV Element spezifizieren	Preisspiegel VENU-LV Element spezifizieren	
	Preisspiegel Bieterpreise bearbeiten	Preisspiegel Bieterpreise bearbeiten	
	Preisspiegel Auswertung bearbeiten	Preisspiegel Auswertung bearbeiten	
NU-Leistungen vergeben	VENU-LV auswählen	VENU-LV bearbeiten	Vergabeeinheit (VE)
	VENU-LV Bieter für Auftrag auswählen	VENU-LV beauftragen	
	VENU-LV Status Auftrag erzeugen	VENU-LV beauftragen	
	VENU-LV Vergabepreise übergeben	VENU-LV Vergabepreise übergeben	
NU-Nachtrag bearbeiten	VENU-LV Nachtrag bearbeiten	VENU-LV Nachtrag bearbeiten	VENU-LV-Bearbeitung
	VENU-LV öffnen	VENU-LV bearbeiten	
	VENU-LV Element spezifizieren	VENU-LV Element spezifizieren	
	VENU-LVGruppe Element bearbeiten	VENU-LVGruppe Element bearbeiten	
	VENU-LVGruppe Attribute bearbeiten	VENU-LVGruppe Attribute bearbeiten	
	VENU-LVPos Element bearbeiten	VENU-LVPos Element bearbeiten	
Arbeitskalkulation umsetzen	Projekt-LV Element spezifizieren	Projekt-LV Element spezifizieren	Kalkulation
	LVPoS Attribut VA-Menge bearbeiten	LVPoS Attribut VA-Menge bearbeiten	
	KalkulationsZeile bearbeiten	KalkulationsZeile bearbeiten	
	UPoSID festlegen	UPoSID festlegen	
	UPoSID ZeilenAttribute bearbeiten	UPoSID ZeilenAttribute bearbeiten	
	Zeilentyp festlegen	Zeilentyp festlegen	
	KOA bestimmen	KOA bestimmen	
	KOA Attribut ändern	KOA Attribut ändern	
	Gerät auswählen	Gerät auswählen	
	Ansatz ZeilenAttribute bearbeiten	Ansatz ZeilenAttribute bearbeiten	
	R/TZeile bearbeiten	R/TZeile bearbeiten	
	GU-Nachtrag erstellen	ProjektVariante bearbeiten	
GU-Nachtrag bearbeiten		GU-Nachtrag bearbeiten	
Dokument Projekt-LV bearbeiten		Dokument Projekt-LV bearbeiten	Projekt-LV-Bearb. (LV)
Projekt-LV Element spezifizieren		Projekt-LV Element spezifizieren	
LVGruppe Element bearbeiten		LVGruppe Element bearbeiten	
LVGruppe Attribute bearbeiten		LVGruppe Attribute bearbeiten	
LVPoS Element bearbeiten		LVPoS Element bearbeiten	
LVPoS Attribute bearbeiten		LVPoS Attribute bearbeiten	
VENU-LV öffnen		VENU-LV bearbeiten	Vergabeeinheit (VE)
VENU-LV Element spezifizieren		VENU-LV Element spezifizieren	
VENU-LVElement		VENU-LVElement	
Projekt-LVElement verknüpfen		Projekt-LVElement verknüpfen	
Projekt-LV NachtragsPos spezifizieren		LVPoS Attribute bearbeiten	LV
NachtragsPos zum GU-Nachtrag zuordnen		LVPoS Attribute bearbeiten	

Fortsetzung mit Teilprozeß **GU-Nachtrag kalkulieren**

Tabelle B.3: Beziehung Prozeßmodell und Funktionsmodell (3/4)



Teil-prozeß	Prozeßschritt	Funktion	Modul
GU-Nachtrag kalkulieren	Projekt-LV Element spezifizieren	Projekt-LV Element spezifizieren	Kalkulation
	KalkulationsZeile bearbeiten	KalkulationsZeile bearbeiten	
	UPosID festlegen	UPosID festlegen	
	UPosID ZeilenAttribute bearbeiten	UPosID ZeilenAttribute bearbeiten	
	Zeilentyp festlegen	Zeilentyp festlegen	
	KOA bestimmen	KOA Schlüssel bestimmen	
	KOA Attribut ändern	KOA Attribut bearbeiten	
	Gerät auswählen	Gerät auswählen	
	Ansatz ZeilenAttribute bearbeiten	Ansatz ZeilenAttribute bearbeiten	
	R/TZeile bearbeiten	R/TZeile bearbeiten	
GU-Nachtragsangebot erstellen	<i>nicht definiert</i>		
GU-Nachtrag bewerten	ProjektVariante bearbeiten	ProjektVariante bearbeiten	Projekt-Struktur
	ProjektVariante GU-Nachtrag spezifizieren	ProjektVariante GU-Nachtrag spezifizieren	
	NachtragsStatus festlegen	GU-Nachtrag bearbeiten	
	GU-Nachtrag Kosten u. Erlöse bewerten	GU-Nachtrag bearbeiten	
	Dokument Projekt-LV bearbeiten	Dokument Projekt-LV bearbeiten	
	GU-NachtragsPos spezifizieren	Projekt-LV Element spezifizieren	LV
	NachtragsPos Kosten bewerten	LVPos Attribute bearbeiten	
NachtragsPos Erlöse bewerten	LVPos Attribute bearbeiten		
RE/LE-Mengen bearbeiten	Dokument RE/LE-Mengen bearbeiten	Dokument RE/LE-Mengen bearbeiten	Projekt-Struktur
	Abrechnungszeitraum festlegen	RE/LE-Mengen Abrechnungszeitraum bearb.	
	Berichtszeitraum festlegen	RE/LE-Mengen Berichtszeitraum bearbeiten	
	RE/LE-Mengen Projekt-LVPos spezifizieren	RE/LE-Mengen Projekt-LVPos spezifizieren	RE/LE-Mengen
	RE/LE-Mengen Wertefeld bearbeiten	RE/LE-Mengen Wertefeld bearbeiten	

Tabelle B.4: Beziehung Prozeßmodell und Funktionsmodell (4/4)

Teilprozeß	Projekt Verwaltung	Projektstruktur bearbeiten	Projekt-LV bearbeiten	Mengen ermitteln	Herstellkosten kalkulieren	Material anfragen																																		
Entitytyp	Prozessschritt																																							
	DB-Bereich auswählen	Projekt-DB bearbeiten	Vorlageprojekt bearbeiten	Projektkopf bearbeiten	Projektvariante bearbeiten	Projektvariante Attribute bearbeiten	Dokument Projekt-LV bearbeiten	Projekt-LV Struktur festlegen	Projekt-LV Kopf Attribute bearbeiten	Dokument VergabeEinheiten bearbeiten	Projekt-LV Element spezifizieren	LVGruppe Element bearbeiten	LVGruppe Attribute bearbeiten	LVPos Element bearbeiten	LVPosAttribute bearbeiten	Mengentyp Mengenzeile bearbeiten	Mengenzeile Zielenart festlegen	Wertezeile Formel bearbeiten	Wertezeile Werte bearbeiten	Zwischensumme Kommentar bearbeiten	Kommentarzeile Kommentar bearbeiten	Projekt-LV Element spezifizieren	Kalkulationszeile bearbeiten	UPosID festlegen	UPosID ZeilenAttribute bearbeiten	Zeilentyp festlegen	KOA bestimmen	KOA Attribut ändern	Gerät auswählen	Ansatz ZeilenAttribute bearbeiten	R/T Zeile bearbeiten	Materialauszug erzeugen	Katalog spezifizieren	MaterialKOA spezifizieren	MaterialKOA Attribut bearbeiten					
ProjektBereich	x																																							
Projekt		x	x																																					
ProjektKopf				x																																				
ProjektVariante					x																																			
ProjektVarianteAttribute						x																																		
Projekt-LV							x	x				x												x																
VergabeEinheiten										x																														
Projekt-LV KopfAttribute											x																													
Projekt-LV Hierarchie																																								
Projekt-LV Gruppe													x	x	x									x																
Projekt-LV Pos																x								x																
Ansatz MengenZeile																	x	x																						
Ansatz WerteZeile																			x	x	x																			
ProjektFormel Katalog																																								
Ansatz KommentarZeile																																								
KA UPos																									x	x	x													
KA Ansatz																									x															
KOA Ansatz																																								
Geräte Ansatz																																								
R/T Zeile																																								
Projekt-Kataloge																																								
PKOA																																								
PGerät																																								
Umlage																																								
Umlage KOA Zeile																																								
GU-Nachtrag																																								
VENU-LV																																								
VENU-LV KopfAttribute																																								
VENU-LV Gruppe																																								
VENU-LV Pos																																								
VENU-LV Bieter																																								
Preisspiegel																																								
Preisspiegel Zeile																																								
VENU-LV Hierarchie																																								
Vergabe Zuordnungen																																								
RE/LE Mengen																																								
RE/LE MengenZeile																																								
AbrechnungsZeitraum																																								

Tabelle B.5: Beziehung Prozeßmodell und Informationsmodell (1/5)

Teilprozeß	NU-Anfrage durchführen						Preisspiegel bearbeiten						Angebot erzeugen			Auftr.-Kalk. erzeug.		Auftragskalkulation bearbeiten																					
	Prozessschritt																																						
Entitytyp	VENU-LV bearbeiten	VENU-LV Kopf Attribute bearbeiten	VENU-LV Struktur bearbeiten	Projekt-LV Element spezifizieren	Projekt-LV Element VENU-LV zuordnen	VENU-LV Bieter bearbeiten	VENU-LV BieterAttribute bearbeiten	VENU-LV anfragen	VENU-LV auswählen	VENU-LV Preisspiegel bearbeiten	Preisspiegel Bieter auswählen	Preisspiegel VENU-LV Element spezifizieren	Preisspiegel Bieterpreise bearbeiten	Preisspiegel Auswertung bearbeiten	Bieterpreise an Kalkulation übergeben	ProjektVariante bearbeiten	UmlageVariante bearbeiten	Umlage KOAZeile spezifizieren	Umlage Werte bearbeiten	Angebot erstellen	ProjektVariante bearbeiten	ProjektPhase Auftrag erzeugen	Auftrag Attribute anpassen	Dokument Projekt-LV bearbeiten	Projekt-LV Element spezifizieren	LVGruppe Element bearbeiten	LVGruppe Attribute bearbeiten	LVPos Element bearbeiten	LVPos Attribute bearbeiten	DB-Bereich für Ausführung auswählen	Projekt zur Ausführung übergeben								
ProjektBereich																						x								x									
Projekt																						x										x							
ProjektKopf																						x																	
ProjektVariante																x						x	x	x	x														
ProjektVarianteAttribute																						x	x	x															
Projekt-LV				x																x		x																	
VergabeEinheiten																																							
Projekt-LV KopfAttribute																																							
Projekt-LV Hierarchie																																							
Projekt-LV Gruppe				x																x					x	x	x												
Projekt-LV Pos				x											x					x					x					x	x								
Ansatz MengenZeile																																							
Ansatz WerteZeile																																							
ProjektFormel Katalog																																							
Ansatz KommentarZeile																																							
KA UPos															x							x																	
KA Ansatz																																							
KOA Ansatz															x							x																	
Geräte Ansatz																																							
R/T Zeile																																							
Projekt-Kataloge																																							
PKOA															x																								
PGerät																																							
Umlage																					x																		
Umlage KOA Zeile																																							
GU-Nachtrag																																							
VENU-LV	x				x				x	x					x																								
VENU-LV KopfAttribute		x																																					
VENU-LV Gruppe					x										x																								
VENU-LV Pos					x										x																								
VENU-LV Bieter						x	x	x			x				x	x																							
Preisspiegel										x																													
Preisspiegel Zeile																																							
VENU-LV Hierarchie			x																																				
Vergabe Zuordnungen				x	x										x																								
RE/LE Mengen																																							
RE/LE MengenZeile																																							
AbrechnungsZeitraum																																							
BerichtsZeitraum																																							

Tabelle B.6: Beziehung Prozeßmodell und Informationsmodell (2/5)

Teilprozeß	Arbeitskalkulation vorbereiten								Projekt-LV konkretisieren				NU-LV aus Projekt-LV erstellen				NU-LV ausschreiben													
	Prozessschritt																													
Entitytyp	Projekt-LV Element spezifizieren	Kalkulationszeile bearbeiten	UPosID festlegen	UPosID Zeileattribute bearbeiten	Zeilentyp festlegen	KOA bestimmen	KOA Attribut ändern	Gerät auswählen	Ansatz ZeilenAttribute bearbeiten	R/T Zeile bearbeiten	ProjektPhase bearbeiten	Dokument Projekt-LV bearbeiten	Projekt-LV Element spezifizieren	LVGruppe Element bearbeiten	LVGruppe Attribute bearbeiten	LVPos Element bearbeiten	LVPos Attribute bearbeiten	VENU-LV bearbeiten	VENU-LV Kopf Attribute bearbeiten	VENU-LV Struktur bearbeiten	VENU-LV Element spezifizieren	VENU-LVGruppe Element spezifizieren	VENU-LVGruppe Attribute bearbeiten	VENU-LVPos Element spezifizieren	VENU-LVPos Attribute bearbeiten	VENU-LV auswählen	VENU-LV Bieter bearbeiten	VENU-LV Bieter Attribute bearbeiten	VENU-LV ausschreiben	
ProjektBereich											x																			
Projekt											x																			
ProjektKopf																														
ProjektVariante												x																		
ProjektVarianteAttribute																														
Projekt-LV	x												x																	
VergabeEinheiten																														
Projekt-LV KopfAttribute																														
Projekt-LV Hierarchie																														
Projekt-LV Gruppe	x												x	x	x															
Projekt-LV Pos	x												x				x	x												
Ansatz MengenZeile																														
Ansatz WerteZeile																														
ProjektFormel Katalog																														
Ansatz KommentarZeile																														
KA UPos		x	x	x																										
KA Ansatz		x							x	x																				
KOA Ansatz						x																								
Geräte Ansatz						x																								
R/T Zeile						x																								
Projekt-Kataloge																														
PKOA							x	x																						
PGerät									x																					
Umlage																														
Umlage KOA Zeile																														
GU-Nachtrag																														
VENU-LV																			x			x					x		x	
VENU-LV KopfAttribute																				x									x	
VENU-LV Gruppe																						x	x	x						
VENU-LV Pos																						x			x	x				
VENU-LV Bieter																												x	x	x
Preisspiegel																														
Preisspiegel Zeile																						x								
VENU-LV Hierarchie																														
Vergabe Zuordnungene																														
RE/LE Mengen																														
RE/LE MengenZeile																														
AbrechnungsZeitraum																														
BerichtsZeitraum																														

Tabelle B.7: Beziehung Prozeßmodell und Informationsmodell (3/5)

Teilprozeß	Preisspiegel bearbeiten NU-Vergabe vorbereiten										NU- Leistung. vergeben	NU-Nachtrag bearbeiten	Arbeitskalkulation umsetzen						GU- Nachtrag erstellen														
	Prozessschritt											Entitytyp																					
	VENU-LV auswählen	VENU-LV Preisspiegel bearbeiten	Preisspiegel Bieter auswählen	Preisspiegel VENU-LV Element spezifizieren	Preisspiegel Bieterpreise bearbeiten	Preisspiegel Auswertung bearbeiten	VENU-LV auswählen	VENU-LV Bieter für Auftrag auswählen	VENU-LV Status Auftrag erzeugen	VENU-LV Vergabepreise übergeben	VENU-LV Nachtrag bearbeiten	VENU-LV öffnen	VENU-LV Element spezifizieren	VENU-LV Gruppe Element bearbeiten	VENU-LV Gruppe Attribute bearbeiten	VENU-LV Pos Element bearbeiten	VENU-LV Pos Attribute bearbeiten	Projekt-LV Element spezifizieren	LV Pos Attribut VA-Menge bearbeiten	Kalkulationszeile bearbeiten	UPosID festlegen	UPosID ZeilenAttribute bearbeiten	Zeilentyp festlegen	KOA bestimmen	KOA Attribut ändern	Gerät auswählen	Ansatz ZeilenAttribute bearbeiten	R/T Zeile bearbeiten	Projekt Variante bearbeiten	GU-Nachtrag bearbeiten	Dokument Projekt-LV bearbeiten	Projekt-LV Element spezifizieren	
ProjektBereich																																	
Projekt																																	
ProjektKopf																																	
ProjektVariante																																	
ProjektVarianteAttribute																																	
Projekt-LV																																	
VergabeEinheiten																																	
Projekt-LV KopfAttribute																																	
Projekt-LV Hierarchie																																	
Projekt-LV Gruppe																																	
Projekt-LV Pos																																	
Ansatz MengenZeile																																	
Ansatz WerteZeile																																	
ProjektFormel Katalog																																	
Ansatz KommentarZeile																																	
KA UPos																																	
KA Ansatz																																	
KOA Ansatz																																	
Geräte Ansatz																																	
R/T Zeile																																	
Projekt-Kataloge																																	
PKOA																																	
PGerät																																	
Umlage																																	
Umlage KOA Zeile																																	
GU-Nachtrag																																	
VENU-LV	x						x	x	x				x	x																			
VENU-LV KopfAttribute																																	
VENU-LV Gruppe																																	
VENU-LV Pos																																	
VENU-LV Bieter																																	
Preisspiegel																																	
Preisspiegel Zeile																																	
VENU-LV Hierarchie																																	
Vergabe Zuordnungen																																	
RE/LE Mengen																																	
RE/LE MengenZeile																																	
AbrechnungsZeitraum																																	
BerichtsZeitraum																																	

Tabelle B.8: Beziehung Prozeßmodell und Informationsmodell (4/5)

Teilprozeß	GU-Nachtrag erstellen										GU-Nachtrag kalkulieren										GU-Nachtrag bewerten				RE/LE-Mengen bearbeiten											
	Prozeßschritt																																			
Entitytyp	LVGruppe Element bearbeiten	LVGruppe Attribute bearbeiten	LVPos Element bearbeiten	LVPos Attribute bearbeiten	VENU-LV öffnen	VENU-LV Element spezifizieren	verknüpfen	Projekt-LV NachtragsPos spezifizieren	NachtragsPos zum GU-Nachtrag zuordnen	Projekt-LV Element spezifizieren	Kalkulationszeile bearbeiten	UPosID festlegen	UPosID ZeilenAttribute bearbeiten	Zeilentyp festlegen	KOA bestimmen	KOA Attribut ändern	Gerät auswählen	Ansatz ZeilenAttribute bearbeiten	R/T Zeile bearbeiten	GU-Nachtrag sangebot erstellen	Projektvariante bearbeiten	Projektvariante GU-Nachtrag spezifizieren	NachtragsStatus festlegen	GU-Nachtrag Kosten u. Erlöse bewerten	Dokument Projekt-LV bearbeiten	GU-NachtragsPos spezifizieren	NachtragsPos Kosten u. Erlöse bewerten	Dokument RE/LE-Mengen bearbeiten	Abrechnungszeitraum festlegen	Berichtszeitraum festlegen	RE/LE-Mengen Projekt-LVPos spezifizieren	RE/LE-Mengen Wertefeld erfassen				
ProjektBereich																																				
Projekt																																				
ProjektKopf																																				
ProjektVariante																						x														
ProjektVarianteAttribute																																				
Projekt-LV																																				
VergabeEinheiten																																				
Projekt-LV KopfAttribute																																				
Projekt-LV Hierarchie																																				
Projekt-LV Gruppe	x	x																																		
Projekt-LV Pos			x	x																																
Ansatz MengenZeile																																				
Ansatz WerteZeile																																				
ProjektFormel Katalog																																				
Ansatz KommentarZeile																																				
KA UPos																																				
KA Ansatz																																				
KOA Ansatz																																				
Geräte Ansatz																																				
R/T Zeile																																				
Projekt-Kataloge																																				
PKOA																																				
PGerät																																				
Umlage																																				
Umlage KOA Zeile																																				
GU-Nachtrag																																				
VENU-LV																																				
VENU-LV KopfAttribute																																				
VENU-LV Gruppe																																				
VENU-LV Pos																																				
VENU-LV Bieter																																				
Preisspiegel																																				
Preisspiegel Zeile																																				
VENU-LV Hierarchie																																				
Vergabe Zuordnungen																																				
RE/LE Mengen																																				
RE/LE MengenZeile																																				
AbrechnungsZeitraum																																				
BerichtsZeitraum																																				

Tabelle B.9: Beziehung Prozeßmodell und Informationsmodell (5/5)

# Anhang C

## Verzeichnis der Abkürzungen

### *Allgemein:*

KLR	Kosten- und Leistungsrechnung
GAEB	Gemeinsamer Ausschuß Elektronik im Bauwesen
DA83	Angebotsaufforderung nach GAEB
DA84	Angebotsabgabe nach GAEB
HNL, NL	Hauptniederlassung, Niederlassung
AST, ZN	Außenstelle, Zweigniederlassung
ZSB	Zentralbereich Schlüsselfertigbau
TB	Technisches Büro

### *Leistungsverzeichnis:*

OZ	Ordnungszahl
OZ-Maske	Ordnungszahlmaske
StlB	Standardleistungsbuch
StlB-Bau	Standardleistungsbuch-Bau
LV-Gruppe	Gruppenstufe
LV-Position bzw. LV-Pos.	Position
LV-Menge	Leistungsverzeichnismenge
VA-Menge	Voraussichtliche Ausführungsmenge
RE-Menge	Rechnungsmenge
LE-Menge	Leistungsmenge
ME	Mengeneinheit
EP	Einheitspreis
EPD	Einheitspreisdifferenz
EPA	Einheitspreisanteil
WE	Währungseinheit
GB	Gesamtbetrag

### *Kalkulation:*

EKT	Einzelkosten der Teilleistungen
-----	---------------------------------

<b>BGK</b>	Baustellengemeinkosten
<b>BGK-LV</b>	Baustellengemeinkosten-LV
<b>HSK</b>	Herstellkosten
<b>AGK</b>	Allgemeine Geschäftskosten
<b>WuG</b>	Wagnis und Gewinn
<b>EZ</b>	Endzuschlag
<b>vEZ</b>	Vorgegebener Endzuschlag
<b>KOA</b>	Kostenart
<b>HKOA</b>	Hauptkostenart
<b>UPos</b>	Unterposition
<b>AGS</b>	Angebotssumme
<b>EKTPos</b>	Einzelkosten der LV-Position
<b>DB</b>	Deckungsbeitrag
<b>Soll-DB</b>	Solldeckungsbeitrag
<b>AZ</b>	Abrechnungszeitraum
<b>BZ</b>	Berichtszeitraum
<b>SIV</b>	Soll-Ist-Vergleich
<b>BAS</b>	Bauarbeitsschlüssel
<b>AuV</b>	Abschreibung und Verzinsung

***Vergabe von NU-Leistungen:***

<b>GU</b>	Generalunternehmer
<b>NU</b>	Nachunternehmer, Subunternehmer
<b>AN</b>	Auftragnehmer
<b>AG</b>	Auftraggeber
<b>Projekt-LV</b>	Projekt-Leistungsverzeichnis
<b>NU-LV</b>	Nachunternehmer-LV

***Informationssysteme:***

<b>P1, P2, P3</b>	Projektphasen Angebot, Auftrag, Ausführung
<b>V<sub>n</sub></b>	Projektversion <i>n</i>
<b>PV</b>	Projektvariante
<b>VE</b>	Vergabeeinheit
<b>UPosID</b>	Unterpositionskennung
<b>SL</b>	Schlüssel

***Methoden und Modelle:***

<b>UML</b>	Unified Modeling Language
<b>EPK</b>	Ereignisgesteuerte Prozeßkette
<b>ERM</b>	Entity Relationship Model
<b>ERM</b>	Entity Relationship Model
<b>eERM</b>	Erweitertes Entity Relationship Model
<b>Projekt-LV Pos</b>	Entitytyp Projekt-LV-Position



<b><i>Projekt-LV Gruppe</i></b>	Entitytyp Projekt-LV-Gruppenstufe
<b><i>KA UPos</i></b>	Entitytyp Unterposition
<b><i>KA Ansatz</i></b>	Entitytyp Kalkulationsansatz
<b><i>KOA Ansatz</i></b>	Entitytyp Kostenartenansatz
<b><i>R/T Zeile</i></b>	Entitytyp Rechenzeile bzw. Textzeile
<b><i>PKOA</i></b>	Entitytyp Projektkostenart
<b><i>PGerät</i></b>	Entitytyp Projektgerät
<b><i>Mn</i></b>	Modul <i>n</i>
<b><i>Fn</i></b>	Funktion <i>n</i>
<b><i>EFn</i></b>	Elementarfunktion <i>n</i>

***Auswertungen:***

<b>DMM</b>	Dialogmanagement
<b>FMM</b>	Funktionsmanagement
<b>IMM</b>	Informationsmanagement
<b>CMM</b>	Customizingmanagement



# Anhang D

## Über den Autor

# Lebenslauf

**Name:** Frank Michael Ziegler

**Geboren am:** 16. April 1954

**Geburtsort:** Wolfsburg-Unkeroda/ Thür.

**Wohnort:** Förthaer Straße 15  
99819 Wolfsburg-Unkeroda/ Thür.

**Familienstand:** verheiratet, 1 Kind

**Schulbildung:**  
**09/1961 - 08/1968** Polytechnische Oberschule  
**09/1968 - 08/1972** Erweiterte Oberschule, Abschluß Abitur

**Berufsausbildung:**  
**09/1972 - 10/1976** Studium an der Technischen Hochschule  
 Karl-Marx-Stadt (heute TU Chemnitz),  
 Abschluss Dipl.-Ing. Informationstechnik

**Militärdienst:**  
**11/1976 - 12/1976** Reservist

**Beruflicher Werdegang:**  
**01/1977 - 10/1979** Zivilangestellter NVA,  
 Verwaltung Beschaffung und Instandsetzung,  
 Wartungsingenieur EDV Großrechnersysteme

**11/1979 - 01/1987** Uhrenwerk Ruhla, Entwicklungsingenieur für  
 elektronische Meßsysteme bis 1982,  
 anschließend Leiter Rechentechnik  
 in der Uhrenchip-Entwicklung

**02/1987 - 04/1990** ROBOTRON Erfurt, Leiter Außenstelle Eisenach  
 Kundenauftragsbezogene Softwareentwicklung  
 betriebswirtschaftlicher Software

**08/1987 - 08/1989** Ingenieurschule Eisleben,  
 nebenberuflicher Lehrauftrag im  
 Fachgebiet Informationsverarbeitung

- 05/1990 - 09/1991** Technik-Info OHG Eisenach,  
Geschäftsführer und Mitgesellschafter,  
EDV-Systemberatung und Vertrieb
- 10/1991 - 11/1993** Firma ABEG Kassel, Leiter Niederlassung  
Bensheim (Bergstraße), Vertrieb  
und Kundenberatung, Schulung Bausoftware
- 12/1993 - 12/2001** STRABAG AG/ EDV-TA anschließend  
InfoSYS Informationssysteme GmbH / BTO,  
freiberuflicher Mitarbeiter,  
Berater für baubetriebliche Anwendungen,  
Schulung, Betreuung
- 03/1998 -12/2002** externer Doktorand Bauhaus-Universität  
Weimar, Professur Informatik im Bauwesen,  
Lehre im Fachgebiet Baubetriebliche  
Informationssysteme
- Seit 01/2002** InfoSYS Informationssysteme GmbH,  
Abteilung Bautechnische Organisation (BTO)  
Mitarbeiter, z. Zeit stellv. Abteilungsleiter,  
Konzernweite bautechnische Organisation  
in der STRABAG-AG

Wolfsburg-Unkeroda/Thür., im Dezember 2002  
Frank Ziegler

# Wissenschaftliche und fachliche Aktivitäten

## Veröffentlichungen:

- Fachzeitschrift Rechentechnik/Datenverarbeitung 1988,  
Artikel über Softwarestrukturen in der Finanz- und Kostenrechnung
- Baubetriebliche Informationssysteme: Grundlagen,  
Script, Bauhaus-Universität Weimar, Oktober 1998
- Baubetriebliche Informationssysteme: Informationssysteme,  
Script, Bauhaus-Universität Weimar, Oktober 1998

## Lehre:

- Fach „Baubetriebliche Informationssysteme“ an der Bauhaus-Universität Weimar,  
drei Semester Vorlesung und Praktikum, Betreuung Klausuren, Belegarbeiten,  
Betreuung einer Studienarbeit zum Thema Raumbuch
- Konzeption und Durchführung der Anwenderschulungen und Fachseminare  
zur baubetrieblichen Organisation in der STRABAG AG,  
Erstellung von Schulungsunterlagen und Musterprojekten

## Projektarbeit:

- Entwicklung und Einsatzvorbereitung von Methoden zur Generierung von Leistungsverzeichnissen und Mengenermittlungen über alphanumerische und grafische Raumbücher
- Mitarbeit im Beraterteam der auftraggebenden Bauunternehmen zur Entwicklung einer baubetrieblichen Fachapplikation,  
analytische Aufbereitung funktionaler Anforderungen zur Programmentwicklung,  
dabei Zuarbeit zu wesentlichen baubetrieblichen Sachthemen, wie z.B. Mengenermittlung und Raumbuch,  
Moderation und Koordination der Sachthemen im Beraterteam
- Konzeptionelle Vorbereitung der Einführung baubetrieblicher Informationssysteme in der STRABAG AG, insbesondere Erstellung von Installations- und Sicherheitskonzeptionen sowie Konzeptionen zur standortunabhängigen Projektbearbeitung

- Projektleitung zur erweiterten Einführung von Fachapplikationen in ausländischen Konzernniederlassungen, insbesondere Problemanalyse und Aufbereitung landesspezifischer Anforderungen an die Programmentwicklung

Wolfsburg-Unkeroda/Thür., im Dezember 2002

Frank Ziegler