Gerhard Girmscheid

Projektabwicklung in der Bauwirtschaft

Wege zur Win-Win-Situation für Auftraggeber und Auftragnehmer

3., bearbeitete und erweiterte Auflage

Springer VDI

Projektabwicklung in der Bauwirtschaft

Gerhard Girmscheid

Projektabwicklung in der Bauwirtschaft

Wege zur Win-Win-Situation für Auftraggeber und Auftragnehmer

3., bearbeitete und erweiterte Auflage

Springer

VDI

Gerhard Girmscheid
ETH Zürich
Inst. für Bau- und Infrastrukturmanagement
Wolfgang-Pauli-Str. 15
8093 Zürich
Schweiz
girmscheid@ibi.baug.ethz.ch

ISBN 978-3-642-14384-7 e-ISBN 978-3-642-14385-4
DOI 10.1007/978-3-642-14385-4
Springer Heidelberg Dordrecht London New York

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über http://dnb.d-nb.de abrufbar.

© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2007, 2010
Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.
Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Einbandentwurf: WMXDesign GmbH, Heidelberg

Gedruckt auf säurefreiem Papier

Springer ist Teil der Fachverlagsgruppe Springer Science+Business Media (www.springer.com)

Vorwort

Das Buch *„Projektabwicklung in der Bauwirtschaft“* möchte *sowohl* die Bauherren – also die *Auftraggeber* der Bauwirtschaft – *als auch* die Leistungsanbieter ansprechen und Vor- und Nachteile der verschiedenen Projektabwicklungsformen aus baubetriebswirtschaftlicher und prozessbezogener baubetrieblicher Sicht beleuchten. Dabei werden die branchenspezifischen, interaktiven Auswirkungen von Kundenanforderungen auf die Leistungsangebote und umgekehrt betrachtet.

Welche Projektabwicklungsform sich für die Art des Projekts und die Organisationsstruktur des Kunden der Bauwirtschaft am besten eignet, ist einerseits vor dem Hintergrund der Entstehung von Immobilienfonds und Immobilienaktiengesellschaften sowie der Konzentration der privaten und öffentlichen Bauherren auf ihre Kerngeschäftsfelder zu sehen, und anderseits vor dem Versuch der Unternehmen, sich zu modernen, kundenorientierten, aktiven Leistungsanbietern zu wandeln. Dabei muss sich der Bauherr darüber klar werden, dass er durch die Wahl der Projektabwicklungsform entscheidenden Einfluss darauf nimmt, in wie weit er die Risiken mit Partnern aus der Bauwirtschaft teilt.

In Zukunft werden innovative, life-cycle-orientierte Leistungsangebote eine immer grössere Bedeutung annehmen. Die Herausforderung an die Bauwirtschaft besteht darin, Life-Cycle-Leistungsangebote zu entwickeln, die eine Optimierung der Kosten und gleichzeitig die Werterhaltung einer baulichen Anlage über einen ganzen Lebensabschnitt sicherstellen. Dies erfordert von den Kunden der Bauwirtschaft, den jetzt eingeschlagenen Weg, sich auf Kernkompetenzen zu konzentrieren, mutig fortzusetzen. Gleichzeitig müssen die Unternehmen ihre Fähigkeit, Systemleistungsangebote mit Life-Cycle-Ausrichtung zu gestalten, konsequent weiterentwickeln. Daher werden in diesem Buch auch Systemleistungsangebote, die ein Life Cycle Contracting sowie Betreibermodelle enthalten, erläutert.

Das Buch wurde in der zweiten Auflage komplett überarbeitet und liegt jetzt in einer völligen Neufassung vor, wobei nicht nur einzelne Kapitel ergänzt wurden, sondern das ganze Buch neu strukturiert wurde.

Neben der gesamten Umstrukturierung und Überarbeitung wurden folgende thematische *Ergänzungen* in das Buch aufgenommen:

- Lebenszyklusorientierte Projektabwicklungsformen
- Generisches, axiomatisches Anforderungsmanagement
- Life Cycle Net Present Value – Wirtschaftlichkeitsanalyse als Entscheidungshilfe zur Auswahl alternativer baulicher Lösungen sowie PPP-Beschaffungsprojekten
- Life Cycle Net Present Value – Wirtschaftlichkeitsanalyse zur Bewertung von PPP-Projekten im investiven und nicht investiven Bereich
- Neue Projektabwicklungsformen für Hochbau und den Infrastrukturbereich mit Ausrichtung auf eine Lebenszyklusbetrachtung (Construction Management, Contracting, Life-Cycle-Systemanbieterabwicklungsformen)
- Betrachtung von PPP-Projektabwicklungsformen für Hochbauten, öffentliche Kanalnetzsysteme, Strassennetze und andere Infrastruktureinrichtungen

Folgende thematische Überarbeitungen wurden vorgenommen:

Durchgängige prozessorientierte Betrachtungsweise der Projektabwicklungsformen

- Darstellung der Projektabwicklungsformen mit detaillierter Aufstellung der Aktivitäten in den verschiedenen Phasen sowie Zuordnung dieser Aktivitäten zu den jeweiligen Anbietern durch eine Prozess-Aktivitäts-Matrix
- Nutzwertanalyse-Tools für eine risikobasierte Entscheidung bei der Wahl der Projektabwicklungsform
- Gestaltung des gesamten Themenkomplexes des PPP-Bereichs nach neuesten Erkenntnissen bezüglich der Klassifizierung nach austausch- und gesellschaftsvertraglicher Institutionalisierung

Ich bedanke mich bei den Mitarbeitern meines Instituts für Ihre tatkräftige Unterstützung.

Zürich, März 2007 *Gerhard Girmscheid*

Vorwort zur 3. Auflage

Das Wissen wächst immer weiter und insbesondere das Wissen über rationale, analytische Verfahren zur Unterstützung lebenszyklusorientierter, risikominimierter Projektentscheidungen. Die Entscheidung der Projektsteuerung geht immer mehr von intuitiven zu rationalen analytischen Entscheidungsprozessen über. Im Bereich der Professur Bauprozess- und Bauunternehmensmanagement an der ETH Zürich wurden mit Unternehmen der Schweizer Bauwirtschaft neue Projektsteuerungsinstrumente entwickelt. Diese praxiserprobten Instrumente wurden in diesem Buch wie folgt ergänzt:

- Anforderungs-Engineering – Bauherrnberater, Construction Manager, TUs und Architekten müssen heute frühzeitig die Ziele sowie die extern einwirkenden Anforderungen bestimmen, um daraus in einem systematischen generischen Prozess die Anforderungen an das Projekt phasenorientiert zu entwickeln und zu verdichten. Dies muss zielorientiert und ohne die heute üblichen Änderungsschleifen und die damit verbundenen Zielabweichungen erfolgen. Das hier entwickelte Anforderungs-Engineering-Modell zeigt den Ablauf einer zielorientierten Projektabwicklung.

- Rendite- und Kostensteuerung von Bauprojekten – Zur Sicherung der monetären Erfolgsziele wird ein Rendite- und Kostensteuerungs-Modell vorgestellt, das interagierend in das Anforderungs-Engineering integriert wird. In diesem Modell wird aufgezeigt, mit welchem Renditepotential ein Standort mit einem Bauprojekt entwickelt werden kann. Es werden die Auswirkungen von Standort, Systemstandard des Bauwerks, LC-Kosten und LC-Einnahmen auf die Rendite aufgezeigt. Zudem wird in den Projektabwicklungsphasen mit Hilfe des interaktiven Steuerungsprozesses aufgezeigt, wie sich Systemstandard und Kosten entwickeln und wie über die Renditeerwartung die Kosten und Systemstandards gesteuert werden müssen, damit die Werterhaltung und die Rendite langfristig gesichert werden.

- LC-Kostentreiber – Bei der nachhaltigen Gestaltung von Gebäuden sowie beim Umbau und der Erneuerung von Gebäuden müssen heutige und zukünftige Kostentreiber über den Lebenszyklus der Gebäuden betrachtet und analysiert werden. Besonders die Energieverknappung und die Energiekostensteigerung werden in den nächsten 20–30 Jahren die Nutzung des Gebäudeparks extrem beeinflussen. Dazu wurde ein Analysemodell zur Ermittlung der Lebenszykluskosten in Form eines LC-Annuitätenmodells entwickelt. Dadurch können mögliche Renditen der Investitionen in energieautoarke Gebäude prognostiziert werden. Bei energetisch optimierten Gebäuden wird die Netto- sowie die Bruttomiete analysiert, um die Wettbewerbsfähigkeit dieser Gebäude am Markt zu prüfen. Die ergebnisorientierte Steuerung von Investitionen in Neubauten sowie in die Instandsetzung und Erneuerung des Immobilienparks erfordert heute ein Prognoseinstrumentarium mit verschiedenen Szenarien von Kostentreibereinflüssen auf die Wirkung der Werterhaltung und auf die Rendite eines Bauwerks. Eine Entscheidung über die Art, den Ausbau und die energetischen Technologien erfordert eine rationale Entscheidungsgrundlage unter Beachtung der vorhersehbaren veränderlichen Rahmenbedingungen in Bezug auf Nachhaltigkeit. Die Entscheidungen von heute verursachen die Kosten von morgen. Dies ist heute von besonderer Bedeutung, da sich die Rahmenbedingungen z. B. in Bezug auf die Verfügbarkeit fossiler Energieträger aufgrund des enormen Weltbevölkerungswachstums sowie des weltweiten Wohlstandserstrebens exponentiell verändern werden.

Wir als Baufachleute müssen in der Lage sein, heute die „richtigen“ und fundierten Entscheidungen zu fällen. Dazu sind die in diesem Buch vorhandenen Instrumente von besonderer Bedeutung.

Zürich, März 2010 *Gerhard Girmscheid*

Benutzungshinweise

Für eine schnelle Übersicht und klare Gliederung ist das Buch in die beiden Teile

- Prozessorientiertes Projektmanagement und
- Projektabwicklungsformen

aufgeteilt.

Diesen Teilen sind die Hauptkapitel zugeordnet, deren Inhalt stichwortartig aus der nachfolgenden Grafik hervorgeht. Lesern, die das Buch als systematisches Nachschlagewerk für ihre Führungsaufgaben nutzen möchten, dient die folgende kurze Inhaltsangabe.

Teil I – Prozessorientiertes Projektmanagement – gibt einen Überblick über die heutige Situation in der Bauwirtschaft sowie einen Einstieg in die Thematik der prozessorientierten Lebenszyklusbetrachtung von Bauprojekten.

Kapitel 1: In Kapitel 1 sind die wichtigsten Ursachen und Tendenzen für kunden- und lebenszyklusorientierte Bauleistungen und beschleunigte Projektabwicklungsformen dargelegt.

Kapitel 2: Kapitel 2 stellt die wichtigsten Grundlagen des prozessorientierten Projektmanagements zusammen und gibt einen Überblick über die einzelnen Prozessphasen, Meilensteine und Hauptaufgaben sowie die Interaktionen zwischen den Aktivitäten im Leistungserstellungsprozess eines Bauwerks.

Kapitel 3: In diesem Kapitel werden das Projektmanagement mit seinen Zielsetzungen, die Entwicklung der Projektorganisation sowie das heute unabdingbare „Anforderungsmanagement“ dargestellt, das eine kosteneffiziente, parallelisierte Durchführung bei Fast-Track-Projekten sicherstellt. Zudem wird das Rendite- und Kostensteuerungsmodell über alle Projektphasen zur Zielerreichung dargestellt.

In Teil II – Projektabwicklungsformen – werden zunächst methodische Instrumente zur Entscheidungshilfe bei der Auswahl des Projekts und der Projektabwicklungsform vorgestellt. Es wird weiterhin ein Überblick wie auch eine Gegenüberstellung der traditionellen sowie neuen Projektabwicklungsformen im Hochbau und Infrastrukturbereich gegeben.

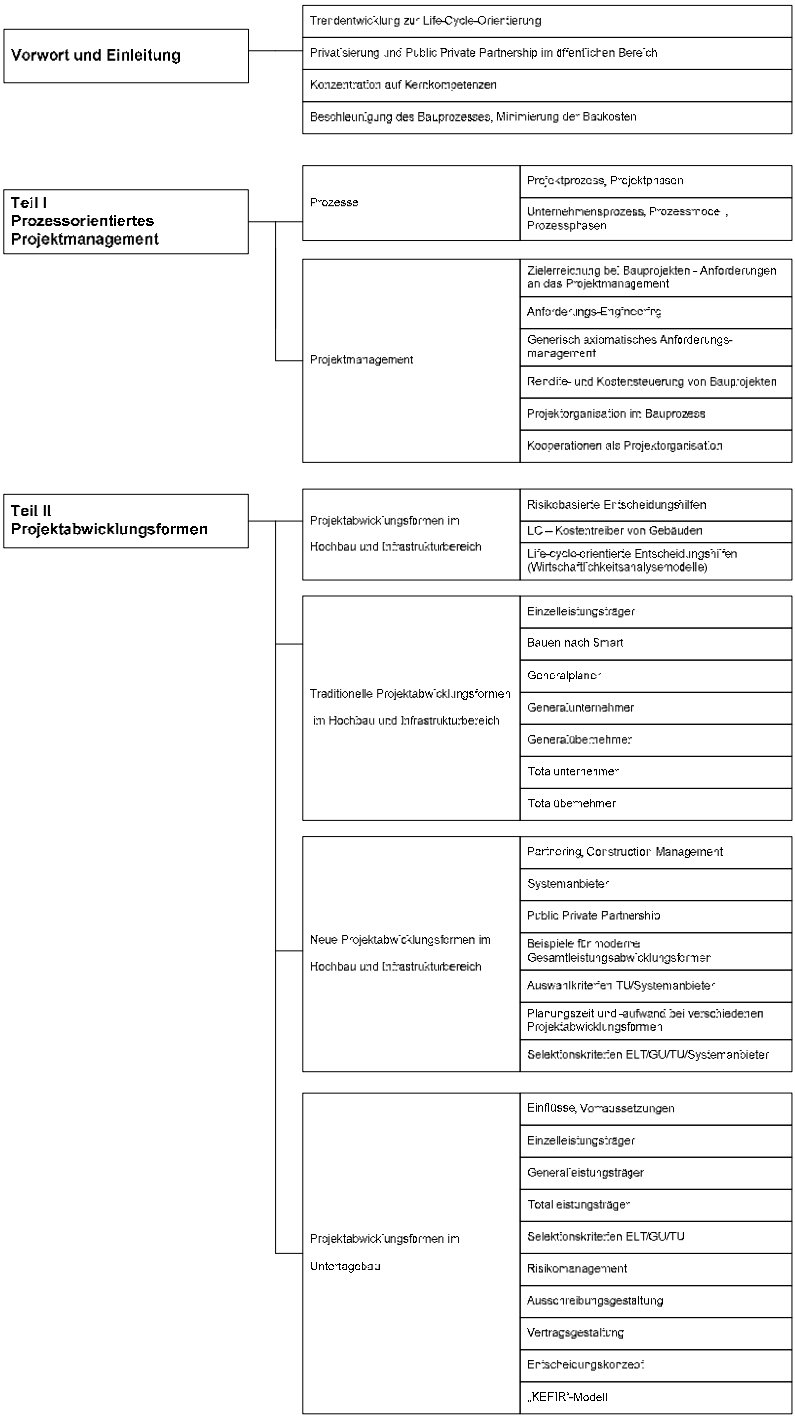
Aufgrund des hohen Risikopotenzials im Untertagebau werden die Projektabwicklungs- und Vergabeformen und ihre Eignung bezüglich des entsprechenden Risiko- und Innovationspotenzials für diesen Bereich separat betrachtet.

Kapitel 4: In Kapitel 4 werden die LC-Kostentreiber und Annuitätenmodelle vorgestellt zur Beurteilung der nachhaltigen Rendite von Bauwerken sowie Entscheidungsmodelle und Wirtschaftlichkeitsanalyseinstrumente zur lebenszyklusorientierten Beurteilung von alternativen baulichen Lösungen und z.B. PPP-Abwicklungsformen vorgestellt.

Kapitel 5: Dieses Kapitel stellt die traditionellen Projektabwicklungsformen im Hochbau und Infrastrukturbereich mit ihren spezifischen Vor- und Nachteilen vor.

Kapitel 6: In diesem Kapitel werden die neuen lebenszyklusorientierten Projektabwicklungsformen im Hochbau und Infrastrukturbereich mit ihren spezifischen Vor- und Nachteilen vorgestellt.

Kapitel 7: An dieser Stelle wird auf die Projektabwicklungs- und Vergabeformen im Untertagebau mit ihren spezifischen Vor- und Nachteilen aufgrund des besonders hohen Risiko- und Innovationspotenzials eingegangen.


Vorwort und Einleitung
Trendentwicklung zur Life-Cycle-Orientierung
Privatisierung und Public Private Partnership im öffentlichen Bereich
Konzentration auf Kernkompetenzen
Beschleunigung des Bauprozesses, Minimierung der Baukosten
Teil I
Prozessorientiertes
Projektmanagement
Prozesse
Projektprozess, Projektphasen
Unternehmensprozess, Prozessmodell, Prozessphasen
Projektmanagement
Zielerreichung bei Bauprojekten - Anforderungen an das Projektmanagement
Anforderungs-Engineering
Generisch axiomatisches Anforderungs-management
Rendite- und Kostensteuerung von Bauprojekten
Projektorganisation im Bauprozess
Kooperationen als Projektorganisation
Teil II
Projektabwicklungsformen
Projektabwicklungsformen im Hochbau und Infrastrukturbereich
Risikobasierte Entscheidungshilfen
LC – Kostentreiber von Gebäuden
Life-cycle-orientierte Entscheidungshilfen (Wirtschaftlichkeitsanalysemodelle)
Traditionelle Projektabwicklungsformen im Hochbau und Infrastrukturbereich
Einzelleistungsträger
Bauen nach Smart
Generalplaner
Generalunternehmer
Generalübernehmer
Total unternehmer
Total übernehmer
Neue Projektabwicklungsformen im Hochbau und Infrastrukturbereich
Partnering, Construction Management
Systemanbieter
Public Private Partnership
Beispiele für moderne Gesamtleistungsabwicklungsformen
Auswahlkriterien TU/Systemanbieter
Planungszeit und -aufwand bei verschiedenen Projektabwicklungsformen
Selektionskriterien ELT/GU/TU/Systemanbieter
Projektabwicklungsformen im Untertagebau
Einflüsse, Voraussetzungen
Einzelleistungsträger
Generalleistungsträger
Total leistungsträger
Selektionskriterien ELT/GU/TU
Risikomanagement
Ausschreibungsgestaltung
Vertragsgestaltung
Entscheidungskonzept
„KEFIR"-Modell

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung – Umfeldveränderung in der Bauwirtschaft 1

1.1 PPP bei öffentlichen Aufgaben 4
1.2 Konzentration der Kunden der Bauwirtschaft auf Kernkompetenzen 6
1.3 Beschleunigung der Bauprozesse 8

2 Projekt- und interagierende Anbieterprozesse 23

2.1 Projektprozesse 24
2.2 Interagierende Anbieterprozesse 33

3 Projektmanagement und Bauherrenberatung 45

3.1 Anforderungen an das Projektmanagement 46
3.2 Anforderungs-Engineering – Ziel- und Anforderungsermittlung zur sicheren Projektergebnis-Steuerung 51
3.2.1 Einleitung 51
3.2.2 Projektspezifisches Anforderungs-Engineering-Prozessmodell 54
3.2.3 Strategische Planung – Zielentwicklungsprozess 60
3.2.4 Anforderungsdimension 68
3.2.5 Anforderungsentwicklungsprozess 73
3.2.6 Zielerreichungs-Controlling 79
3.3 Generisches axiomatisches Planungsmanagement bei Fast-Track-Projekten 82
3.3.1 Konzeption des generischen axiomatischen Anforderungs-Planungsmanagement-(GAAM)-Modells 82
3.3.2 Beispiel zur Parallelisierung von Planungs- und Bauaktivitäten 91
3.3.3 GAAM-Modell als Grundlage der Zeitplanungsmethoden 95
3.4 Rendite- und Kostensteuerung in Bauprojekten 98

3.4.1 Einleitung 98
3.4.2 Stand der Praxis und Forschung 100
3.4.3 Holistisch kybernetisches Rendite- und Kostensteuerungsprozessmodell 103
3.4.4 Fazit 139
3.5 Sicherstellung der effizienten Projektrealisierung 140
3.6 Projektorganisationsentwicklung 141
3.7 Kooperationen – Entfaltung von Innovationen und Synergien 144

4 Projektabwicklungsformen im Hochbau und Infrastrukturbereich 151

4.1 Risikobasierte Entscheidungshilfen zur Wahl der Projektabwicklungs- und Wettbewerbsform 155
4.1.1 Konzept 155
4.1.2 Ablauf der Entscheidungsfindung 156
4.1.3 Beispiel 162
4.2 LC-Kostentreiber von Gebäuden 174
4.2.1 Konzeption des Nachweises 174
4.2.2 Cashflow / Kostenstrukturplan zur Erfassung der Lebenszyklusausgaben bzw. -kosten 176
4.2.3 Annuitätenmodell 180
4.2.4 Abhängigkeit der LC-Kosten vom Gebäudetyp und der Nutzungsart 186
4.2.5 Datenlage zur Ermittlung der Lebenszykluskosten von Gebäuden 188
4.2.6 Nutzungskosten von Bürogebäuden 193
4.2.7 Massgebliche Betriebskosten und ihre Unterkostengruppen 233
4.2.8 Ziele und Gründe zur energetischen Optimierung von Gebäuden 237
4.2.9 Zusammenfassung 241
4.3 LC-NPV-Wirtschaftlichkeitsanalysemodell – Entscheidungshilfe zur Auswahl alternativer baulicher Lösungen sowie PPP-Beschaffungsprojekten 244
4.4 LC-NPV-Wirtschaftlichkeitsanalysemodell – Entscheidungshilfen für alternative Unterhaltskonzepte 281

5 Traditionelle Projektabwicklungsformen im Hochbau und Infrastrukturbereich 303

5.1 Einzelleistungsträger 303

5.2 Bauen nach Smart 308
5.3 Generalplaner 309
5.4 Generalunternehmer 311
5.5 Generalübernehmer 318
5.6 Totalunternehmer 321
5.7 Totalübernehmer 328

6 Neue Projektabwicklungsformen im Hochbau und Infrastrukturbereich 329

6.1 Partnering als neue Projektabwicklungs- und Wettbewerbsform 329
6.2 Construction Management 332
6.3 Garantierter Maximalpreis-Vertrag (GMP) 345
6.4 Systemanbieter 354
6.4.1 Systemanbieter mit Life Cycle Contracting 362
6.4.2 Contracting – Unterhalt und/oder Betrieb von baulichen Anlagen 370
6.5 PPP-Projektabwicklungsmodelle 382
6.5.1 Strukturierung der PPP-Projektabwicklungsmodelle 382
6.5.2 PPP-Basismodellgruppen 389
6.5.3 PPP-Basismodellgruppen – Vertrags- und Organisationsformen 393
6.5.4 PPP-Stadtentwicklung / Immobilienentwicklung 407
6.5.5 PPP-Prozessmodell – Unterhalt von kommunalen Strassennetzen 410
6.5.6 PPP-Prozessmodell – Unterhalt / Instandhaltung eines kommunalen Abwassernetzes 420
6.5.7 PPP-Kontraktmodelle im Rahmen von Konzessionsprojekten 428
6.6 Beispiele moderner Gesamtleistungsabwicklungsformen – Phasen, Schritte, Erfolgsfaktoren 449
6.6.1 TU-Abwicklungsform auf Verhandlungsbasis 449
6.6.2 TU-Abwicklungsform auf Basis von TU-Projektentwicklungsvorleistungen 459
6.6.3 TU-Abwicklungsform auf Wettbewerbsbasis (I) 468
6.6.4 TU-Abwicklungsform auf Wettbewerbsbasis (II) 477
6.6.5 TU-Abwicklungsform auf Basis einer eigenen TU-Projektentwicklung 486
6.6.6 CM-Abwicklungsform mit GMP als Fast-Track-Projekt 493

6.7 Auswahlkriterien bei der Wahl eines TU oder Systemanbieters ... 502
6.8 Vergleich von Planungszeit und -aufwand bei traditionellen und TU- bzw. Systemleistungswettbewerben ... 505
6.9 Zusammenfassung – Projektabwicklungsformen im Hochbau ... 511

7 Projektabwicklungs- und Vergabeformen im Untertagebau ... 523
7.1 Einflüsse und Voraussetzungen ... 523
7.2 Einzelleistungsträger im Untertagebau ... 527
7.3 Generalleistungsträger im Untertagebau ... 532
7.4 Totalleistungsträger im Untertagebau ... 537
7.5 Zusammenfassung – Projektabwicklungsformen im Untertagebau ... 543
7.6 Risikomanagement als Schlüssel zur konfliktarmen Abwicklung von Untertageprojekten ... 545
7.6.1 Projektrisiken ... 545
7.6.2 Genehmigungsrisiko ... 546
7.6.3 Baugrundrisiko ... 548
7.7 Ausschreibungsgestaltung ... 550
7.8 Vertragsgestaltung ... 553
7.9 Entscheidungskonzept vor Ort ... 554
7.10 „K E F I R“ – Alternatives Modell für Risikoverteilung und Vergütungsregelung bei BOT im Untertagebau ... 554

8 Zusammenfassung ... 561

Literaturverzeichnis ... 565

Abbildungsverzeichnis ... 577

Tabellenverzeichnis ... 589

Sachverzeichnis ... 591

1 Einleitung – Umfeldveränderung in der Bauwirtschaft

Unser wirtschaftliches Umfeld ist von sehr dynamischen Veränderungen gekennzeichnet. Marktcharakteristiken und Unternehmensstrategien werden immer kurzlebiger. Eingesetztes Kapital muss schnell Rendite bringen. Diese Situation stellt auch an die Realisierung von Bauprojekten die Forderung nach immer kürzeren Durchlaufzeiten.

Infolge der Globalisierung und Bildung von grossen Wirtschaftsregionen hat der Wettbewerb zwischen den international tätigen Unternehmen stark zugenommen. Dadurch kommt es auch innerhalb der und zwischen den Industrienationen zu einem starken Wettbewerb um die Standortvorteile. Einhergehend mit dieser Entwicklung haben sich auch bei den öffentlichen, industriellen und professionellen Kunden der Bauwirtschaft folgende Entwicklungen bemerkbar gemacht:

- Privatisierung öffentlicher Aufgaben zur Erhöhung der Leistungseffizienz und Entlastung der Haushalte von indirekten Subventionen, um einen niedrigen Steuersatz sicherzustellen
- Konzentration öffentlicher und privater Unternehmen auf Kernkompetenzen. Man macht das, was man im Wettbewerb am besten kann und beherrscht die kundenbindenden Prozesse. Nebenleistungen werden durch Kooperationspartner oder Nachunternehmer erbracht.
- Durch Nutzung internationaler Beschaffungs- und Absatzmärkte ist der Wettbewerb für weite Bereiche der Wirtschaft internationalisiert; dies wirkt sich auch auf die standortgebundene Wirtschaft aus.

Diese Veränderungen führen dazu, dass die Leistungsanbieter neue, umfassende Leistungsangebote entwickeln müssen,

- die ihre Dienstleistungen ausweiten, um Planung, Ausführung sowie Betrieb / Erhaltung zusammenzuführen und vermehrt Leistungen aus einer Hand anzubieten;
- die Erhaltungsaufgaben für Infrastrukturanlagen der kommunalen und öffentlichen Träger beinhalten;

G. Girmscheid, *Projektabwicklung in der Bauwirtschaft,* DOI 10.1007/978-3-642-14385-4_1,
© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2010

- die nicht nur Investitionskosten garantieren, sondern auch Garantien für den Betrieb und Unterhalt über eine bestimmte Nutzungszeit beinhalten;
- damit sich die nationale Bauwirtschaft zum Systemführer mit Schlüssel-Know-how entwickelt, um internationale Beschaffungs- und Absatzmärkte für sich zu nutzen, das technische Know-how weiterzuentwickeln und gewerkeübergreifende Innovationen voranzutreiben.

Die Kunden der Bauwirtschaft erwarten life-cycle-orientierte Baulösungen und werden diese in Zukunft vermehrt einfordern.

In fast allen exportabhängigen Volkswirtschaften der Industrieländer wird von der standortgebundenen Industrie – zu der die Bauwirtschaft als entscheidender Faktor gehört – erwartet, dass sie die exportierende Industrie in ihrer Wettbewerbsfähigkeit durch die Bereitstellung kostengünstiger, auf Nachhaltigkeit und Werterhaltung ausgerichteter Infrastrukturen unterstützt. Daher muss die Bauwirtschaft ihre Angebote um das bis heute unzureichend genutzte Potenzial zur Optimierung baulicher Anlagen in Bezug auf die gesamte Nutzungsphase in Zukunft ausbauen.

Ein Blick in andere Branchen, insbesondere in die Investitionsgüterindustrie, zeigt, dass es für ein Hochlohnland erfolgversprechende Lösungsansätze zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit gibt, unter anderem durch Angebote mit Integration von Planung, Ausführung und Betrieb (in der Nutzungsphase).

Um das vollständige Optimierungs- und Innovationspotenzial des Bauwerks über alle seine Wertschöpfungsphasen zu nutzen, sind neue Formen der Zusammenarbeit in der Bauwirtschaft notwendig. Dies umfasst horizontale und vertikale Kooperationen mit komplementären Leistungsträgern sowie neue Formen der Partnerschaft zwischen Bauherren und Leistungsanbietern der Bauwirtschaft.

In einigen Ländern werden neue Konzepte der Zusammenarbeit [1] erprobt, z.B.:

- US Army Corps of Engineers, Portland District: Strategy for Partnering in Public Tunnel Projects
- Construction Industry Institute (CII), University of Texas at Austin: A Model for Partnering Excellence
- SBV (Schweizerischer Baumeisterverband) und SIA (Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein): Bauen nach Smart

Im europäischen Baumarkt führt diese Entwicklung von der bisher meist praktizierten Einzelleistungsvergabe vermehrt hin zur General- oder Totalunternehmervergabe oder zum Systemanbieterkonzept.
Dieses Buch setzt sich mit den Entscheidungsmethoden für die optimale bauherren- und projektspezifische Projektabwicklungsform sowie den möglichen Projektabwicklungsformen auseinander. Es soll darlegen, welche betriebswirtschaftlichen und baubetrieblichen Implikationen mit den einzelnen Projektabwicklungsformen verbunden sind. Es soll einerseits den Bauherren die Potenziale der verschiedenen Projektabwicklungsformen aufzeigen, damit sie diese für ihre spezifischen Projekte nutzen können; andererseits dient es dazu, den Unternehmen der Bauwirtschaft, den Architekten, Ingenieuren und ausführenden Unternehmen, darzulegen, welche strategischen Potenziale in diesen Abwicklungsformen liegen. Zur Erfassung der möglichen Synergien in Projektabwicklungsformen mit Integration von Planung, Bauausführung und möglicherweise auch Nutzung ist es erforderlich, vorhandene Kompetenzen und zukunftsgerichtete Management-Tools wie Wissens-, Innovations- und Risikomanagement zu nutzen, um auf dem Markt neue Angebote zum Kundennutzen zu entfalten. Nur wenn der Kunde einen zusätzlichen Nutzen erwartet, wird die erfolgreiche Umsetzung ermöglicht.

Da es im Bauwesen sehr schwierig ist, eine allgemein gültige Betrachtung der verschiedenen Projektabwicklungsformen und ihrer Vor- und Nachteile durchzuführen, werden in diesem Buch beispielhaft zwei Extrembereiche bauwirtschaftlicher Leistungsangebote bzw. Marktsegmente betrachtet. Einerseits wird das typische Hochbausegment mit Wohnhäusern und Bürogebäuden untersucht, dessen Risikobehaftung in der Bauphase im Vergleich zu anderen Bausparten relativ gering ist, während die wirtschaftlichen Nutzungsrisiken sehr gross sind. Andererseits werden die Leistungsangebote im Bereich des Marktsegments Tunnelbau und Infrastrukturbereich betrachtet, deren Planungs- und Ausführungsrisiken sehr hoch sind.

Allen Projektabwicklungsformen und den dazugehörigen Vertragsformen muss der Grundsatz zugrunde liegen, dass eine möglichst angemessene Risikoverteilung zwischen den Vertragspartnern erfolgen soll. Natürlich kann die Frage, was eine angemessene Risikoverteilung ist, nicht vollständig objektiv definiert werden.

Jedoch sollten folgende drei Grundsätze der Risikoverteilung zwischen Bauherr, Unternehmer und Nachunternehmer generell als Handlungsleitfaden gelten:

- Ursache: Das Risiko sollte derjenige übernehmen, in dessen Handlungs- und Aufgabenbereich es fällt und der es somit am besten beeinflussen kann.
- Kosten: Das Risiko sollte derjenige übernehmen, der es zum kostengünstigsten Preis behandeln bzw. zum wirtschaftlichsten Preis anbieten kann.
- Finanzkraft: Die finanzielle Stärke der Partner ist zu beachten. Es macht keinen Sinn, dass der finanziell schwache Partner existenzgefährdende Risiken übernimmt.

Ferner sollten bei baulichen Anlagen folgende Grundsätze beachtet werden:

- Das Baugrundrisiko im Besonderen sollte beim Bauherrn bleiben, da es sich beim Baugrund um ein beigestelltes und geliefertes Produkt handelt, für dessen Qualität derjenige verantwortlich ist, der es bereitstellt.
- Darüber hinaus darf aber nicht vergessen werden, dass die ordnungsgemässe Behandlung des Baugrunds durch das Bauunternehmen erfolgt und dieses die damit verbundenen Risiken übernehmen muss.

Dies erscheint allerdings nur auf den ersten Blick relativ einfach, da es in den beiden letzten Bereichen zu Überlappungen kommt, die in der Praxis meist zu erheblichen Interpretationsschwierigkeiten führen.

Die hier aufgezeigte Übersicht soll die Bauherren motivieren, moderne, effiziente und für sie vorteilhafte Projektabwicklungsformen zu nutzen, damit sie spezifisch für ihre Bedürfnisse das Optimum an Leistungen aus der Bauwirtschaft schöpfen können; andererseits soll sie den Unternehmen aufzeigen, welche grossen Potenziale sie in diesen verschiedenen Projektabwicklungsformen für ihre strategische Ausrichtung in verschiedene Marktbereiche sowie Leistungsangebote finden können.

1.1 PPP bei öffentlichen Aufgaben

In allen Industrienationen und auch in den sich entwickelnden Ländern ist eine starke Einbindung von privaten Unternehmen in die öffentliche Aufgabenerfüllung zu beobachten. Betroffen sind meist öffentliche Aufgaben,

die die Effizienz der standortgebundenen Wirtschaft stärken und damit indirekt die Wettbewerbsfähigkeit der im internationalen Wettbewerb stehenden Unternehmen beeinflussen.

Dies sind z.B. die grossen nationalen Infrastrukturunternehmen und Versorger:

- Bahn, Luftfahrtgesellschaften
- Energieversorger
- Telekommunikationsanbieter

Die Konzepte der Privatisierung bzw. Einbindung von privaten Unternehmen in die öffentliche Aufgabenerfüllung gehen bis in den militärischen Bereich. So stehen dort Überlegungen an, dass man Schulungszentren privatisiert und die Baubeschaffung weitgehend durch Outsourcing vornimmt. PPP wird nicht nur zur lebenszyklusorientierten Beschaffung von Projekten (Planung, Finanzierung, Bau, Betrieb) in einem spezifischen öffentlichen Aufgabenbereich, sondern auch zur Aufgabenerfüllung in ganzen, spezifischen öffentlichen Aufgabenbereichen, die dann meist nur über die Betriebsphase gehen, genutzt.

Bei diesen Betrieben führt die Privatisierung bzw. Public Private Partnership (PPP) zur Konzentration auf ihre Kernkompetenzen, nämlich auf Bereitstellung, Betrieb und Erhaltung von Infrastrukturanlagen. Damit verbunden ist eine Reduzierung der Aufgaben des Baupersonals dieser Bauherren auf das Projektmanagement von Neu- und Umbaumassnahmen sowie das Management der Instandhaltung und Instandsetzung der baulichen Anlagen im Betrieb. Die Bauherren fokussieren auf die Sicherstellung der hoheitlichen funktionalen und technischen Aspekte, auf den finanziellen und rechtlichen Rahmen sowie auf die Bereitstellung eines effizienten Projektmanagements zur erfolgreichen Projektdurchführung. Neubauabteilungen von Bauherren für die Erstellung von Grossprojekten, deren Auslastung nach Abschluss eines Projekts unsicher ist, haben dort keinen Platz mehr. Planung und Projektleitung für Neubaumassnahmen werden deshalb weitgehend durch Outsourcing bereitgestellt.

1.2 Konzentration der Kunden der Bauwirtschaft auf Kernkompetenzen

Unternehmen reduzieren die Leistungstiefe durch Konzentration auf die Kernkompetenzen und erhöhen damit die Rentabilität. Die Kernkompetenzen (Abb. 1.1) dienen zur strategischen Leistungsabgrenzung und Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit gegenüber Mitbewerbern am Markt.

Kernkompetenzen eines Unternehmens können wie folgt definiert werden [2]: „Offizielle und inoffizielle Fähigkeiten und Fertigkeiten, die einem Unternehmen seinen unverwechselbaren Charakter verleihen und von Konkurrenten nicht ohne weiteres imitiert werden können."

Kernkompetenzen weisen in der Regel drei Elemente auf:

- Allgemein bekanntes Wissen
- Branchenspezifisches Wissen
- Unternehmensspezifisches Wissen

und haben folgende Auswirkungen für Unternehmen:

- Sie ermöglichen den Eintritt in verschiedene Marktsegmente.
- Sie erhöhen den Kundennutzen.
- Sie sollten von Konkurrenten schwer imitierbar sein.
- Sie erfordern kollektives Lernen in einer Organisation zur Entwicklung und Koordination von Prozessen und Technologien.

Der Aufbau von Kernkompetenzen ist sehr herausfordernd für das Unternehmen. Er erfordert mehr als nur eine vertikale Integration, sondern verlangt die Verpflichtung, über die eigenen organisatorischen Grenzen zu wirken. Dadurch vervielfältigt sich die Wirkung der Kernkompetenzen, indem Synergien in verschiedenen Sparten des Unternehmens und unter Kooperationspartnern geweckt werden.

Infolgedessen werden zum Erbringen einer Leistung für den Kunden Kooperationen eingegangen oder Nachunternehmer in Bereichen eingesetzt, in denen das Unternehmen keine Kernkompetenzen aufweist und daher die Leistung kostengünstiger eingekauft werden kann. Leistungen, die keine Kernkompetenzen darstellen, können von einem Outsourcing-Unternehmen oder durch das eigene Unternehmen erbracht werden, wenn die

Wirtschaftlichkeitsprüfung ergibt, dass die internen Kosten geringer sind als der externe Marktpreis und die Transaktionskosten, andernfalls sollten die Leistungen am Markt bezogen werden. Damit wird sichergestellt, dass man die Kostenführerschaft [3] anstrebt. Auf diese Entwicklung müssen sich die internen Servicefunktionen und -abteilungen ausrichten. Jedes Unternehmen muss für sich herausfinden, was die eigenen Kernkompetenzen sind.

Diese Unternehmen und Kunden der Bauwirtschaft bieten ihren Kunden vermehrt Gesamtleistungen aus einer Hand an, ohne selbst alle Leistungen entlang der gesamten Wertschöpfungskette zu erbringen. Sie stehen oft im internationalen Wettbewerb und verlangen daher auch von der standortgebundenen Industrie wie der Bauwirtschaft kundenorientierte Leistungen, oft nach dem Konzept „Alles aus einer Hand“. Dabei steht für diese Unternehmen und Kunden der Bauwirtschaft neben gestalterischen und funktionalen Aspekten verstärkt eine schnelle und kostensichere lebenszyklusorientierte Projektabwicklung im Vordergrund.

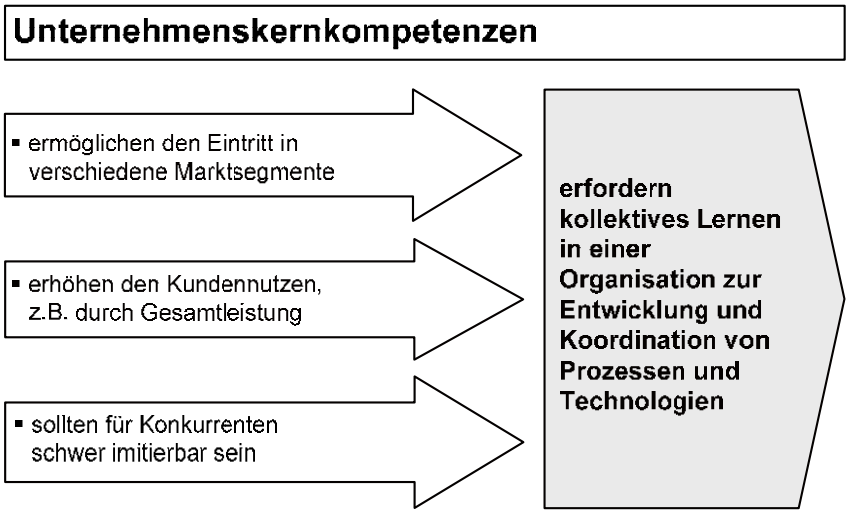


Abb. 1.1: Auswirkung von Kernkompetenzen für ein Unternehmen

1.3 Beschleunigung der Bauprozesse

Heute drängen die Kunden der Bauwirtschaft auf immer schnellere Realisierung ihrer Bauinvestitionsentscheidungen. Dies stösst in der Bauwirtschaft auf Probleme und Unverständnis, da viele Projektabwicklungsformen nicht geeignet sind, um eine rasche, parallelisierte Abwicklung der Projekte konfliktfrei zu ermöglichen; zudem müssen die Beteiligten ausreichend qualifiziert sein, um die schnellen, meist komplexen Entscheidungsinteraktionen solcher Projekte zu managen [4], [5]. Diese Problematik trifft sowohl auf Planer als auch auf Bauunternehmer zu. Damit können Zusatzkosten entstehen, die geforderte Qualität kann darunter leiden, das Risiko des Bauherrn kann steigen. Im Folgenden werden einige Gründe dargelegt, warum professionelle Bauherren (Kunden) trotzdem diese Ziele bei ihren Projekten verfolgen [6] und wie die Bauwirtschaft dazu beitragen kann.

„Time to Market“

Industrieprodukte sind durch ihren Lebenszyklus (Abb. 1.2) gekennzeichnet, der aus vier Phasen besteht: In der Aufbauphase – die sich aus der Entwicklungs- und Einführungsphase zusammensetzt – wird ein Produkt entwickelt und in den Markt eingeführt. Ist das Produkt erfolgreich, so steigt der Umsatz. In der darauf folgenden Wachstumsphase sollten hohe Umsätze und Gewinne generiert werden. Das Produkt wird gehalten und weiter aufgebaut. In der Reifephase erreicht der Umsatz seinen Maximalwert. Marktsättigung und Konkurrenzprodukte verhindern ein weiteres Wachstum. Stark abnehmend ist der Umsatz in der Degenerations- und Auslaufphase. Das Produkt wird dabei auf dem Markt durch leistungsfähigere Folgeprodukte ersetzt.

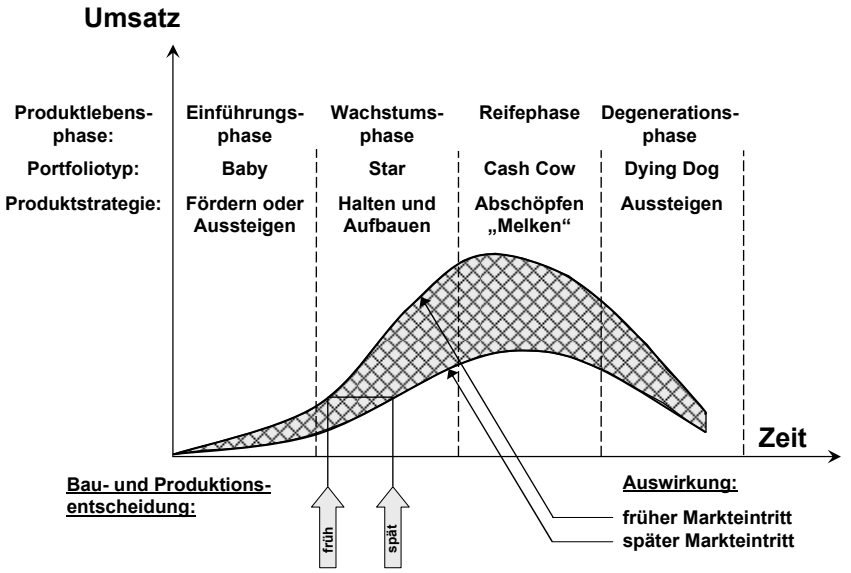


Abb. 1.2: Produktlebenszyklus – Time to Market – Auswirkung einer frühen und späten Bau- und Produktionsentscheidung

Dieser Produktlebenszyklus wird bei modernen Produkten immer kürzer. Es ist daher für die Produzenten enorm wichtig, früh mit neuen Entwicklungen auf den Markt zu kommen und sich durch ausreichende Produktionskapazitäten einen möglichst grossen Marktanteil zu sichern. Dies erfordert u.a. eine rasche Realisierung der für den Produktionsprozess erforderlichen Bauprojekte. Oft sind deren Kosten – in Relation zu den Gesamtkosten, die durch das neue Produkt entstehen – gering, so dass eine kurze Planungs- und Bauzeit höchste Priorität hat. „Time to market“ gilt nicht nur für die produzierende Industrie, z.B. die Chip-Industrie, in Bezug zur Erstellung neuer Produktionsgebäude, sondern auch für Investoren in Bürogebäude. Besteht z.B. eine Nachfrage nach modernen Bürogebäuden, so sind Investoren, die die Nachfrage durch Verkauf bzw. langfristige Vermietung von Büroräumen schnell befriedigen können, im Vorteil. Nachahmer, die verspätet mit Angeboten auf den Markt kommen, haben Leerstände oder müssen sich mit geringeren Mieteinnahmen zufrieden geben. In Abb. 1.2 – „Produktlebenszyklus“ – ist qualitativ der Umsatzgewinn dargestellt, der sich aus einer raschen Verfügbarkeit der Produktionsanlage ergibt.

Daraus erkennt man, dass eine gestraffte und beschleunigte Projektabwicklung einerseits zur Verringerung der Gesamtkosten führen kann und es andererseits ermöglicht, die entsprechende Leistung vor den Mitbewerbern

auf dem Markt anzubieten. Das sind entscheidende betriebswirtschaftliche Gründe aus der Sicht des Bauherrn, die Projektabwicklungs- und Vertragsform so zu wählen, dass die von ihm gewünschten Ziele optimal erreicht werden. Diese Überlegungen und Ergebnisse sollten in die Gesamtoptimierungsberechnung (Abb. 1.3) einbezogen werden.

Minimierung der Finanzierungskosten

Bevor ein Bauwerk genutzt werden kann und somit dem Investor Einnahmen bringt, entstehen Kosten, z.B. durch den Grundstückserwerb und Abschlagszahlungen während der Planung und der Herstellung. Das erforderliche Kapital verursacht Zinskosten, die proportional zur Bauzeit zunehmen. Besonders stark fallen die Grundstückskosten ins Gewicht, da meist grosse Kapitalbeträge in einem sehr frühen Projektstadium gebunden und somit verzinst werden müssen. Daher verlangen die Bauherren nach dem Kauf des Grundstücks oft eine schnelle Projektabwicklung. Die damit beabsichtigten, frühzeitigen Einnahmen zur Deckung der Zinsen und Erwirtschaftung der Rendite müssen jedoch einer Gesamtkostenbetrachtung unterzogen werden.

Die Gesamtkostenbetrachtung setzt sich zusammen aus

- den Baukosten, bezogen auf die optimale Bauzeit (ohne Beschleunigungsmassnahmen),
- den Kosten zur Beschleunigung der Bauausführung,
- den Kapitalkosten und
- den Miet- bzw. Produktionseinnahmen.

Dieser Zusammenhang wird in Abb. 1.3 dargestellt.

Für die Herstellung eines Gebäudes gibt es eine relative *optimale* Bauzeit von der Beauftragung bis zur Fertigstellung, die zu den minimalen Baukosten führt (Abb. 1.3). Wird die Bauzeit verkürzt, sind entsprechende Beschleunigungsmassnahmen zur Abwicklung des Bauprojekts erforderlich, die meist mit Zusatzkosten verbunden sind. Bei einer Verzögerung erhöhen sich die Kosten durch entsprechende Verlustzeiten mit der einhergehenden Leistungsineffizienz und den zusätzlichen Gerätevorhalte- und Allgemeinkosten.

Zu diesen reinen Baukostenüberlegungen kommen bei einer Beschleunigung der Baumassnahme noch die früheren Miet- bzw. Nutzungseinnahmen (Abb. 1.3) oder bei einer Verzögerung die durch eine spätere Inbetriebnahme des Projekts fehlenden Miet- bzw. Nutzungseinnahmen.

Überlagert man (Abb. 1.3) die Baukosten einschliesslich Verzinsung – bestehend aus den Grundstücks- und Planungskosten, den dazugehörigen Finanzierungskosten bis zur baulichen Fertigstellung sowie den reinen Baukosten – mit den Mieteinnahmen aus dem früheren Bezug der Immobilie, so erhält man die minimalen Kosten des Projekts, bezogen auf die optimale reine Bauzeit. Dabei zeigt sich, dass Beschleunigungsmassnahmen, die zu etwas höheren reinen Baukosten führen, zu einer Gesamtkostenreduzierung (Abhängigkeit Realisierungszeit / Kostenminimum) des Projekts beitragen, da es früher genutzt werden kann und daher früher Einnahmen generiert werden können. Muss das Projekt weiter beschleunigt werden, wachsen die Kosten für die Beschleunigungsmassnahmen progressiv, so dass die aus einer noch frühzeitigeren Inbetriebnahme erzielbaren Vorteile zu höheren Gesamtkosten führen.

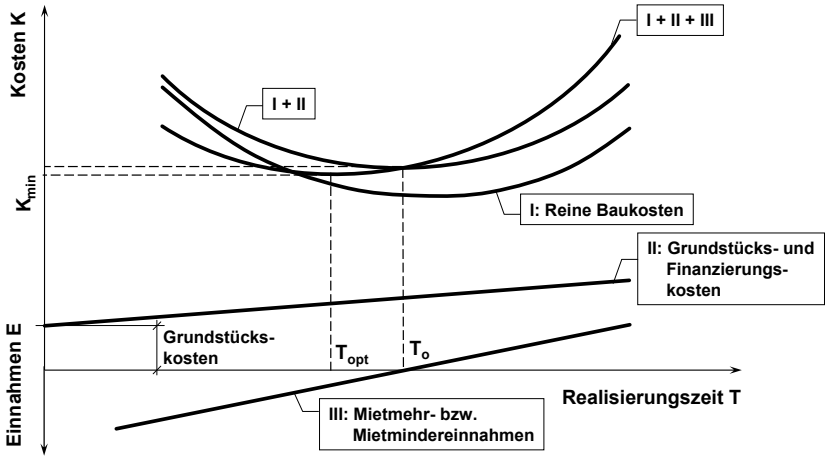


Abb. 1.3: Kostenentwicklung eines Bauprojekts in Abhängigkeit von der Realisierungszeit

An diesem Beispiel lässt sich erkennen, dass Projektabwicklungsformen, die eine beschleunigte Inbetriebnahme ermöglichen, erhebliche Kostenvorteile für den Bauherrn generieren können. Diese Anforderungen erfüllen die verschiedenen Projektabwicklungsformen – als strategischer Rahmen bei der Projektabwicklung – unterschiedlich gut.

Die Baukosten einschliesslich der Baukostenfinanzierung haben über die Bauzeit den in Abb. 1.4 dargestellten charakteristischen Verlauf.

In dieser Betrachtung wird mit Gesamtkosten des Bauwerks zum Zeitpunkt T_0 gerechnet.

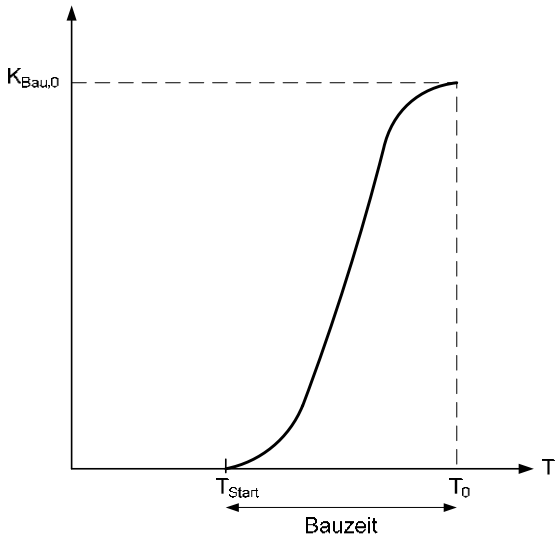


Abb. 1.4: Baukostenfunktion einschliesslich Finanzierungskosten

Die Baukostenfunktion zur Beurteilung von Beschleunigungsmassnahmen bzw. Verzögerungen (Abb. 1.5) wird unter der Annahme gewählt, dass

1. Beschleunigungen durch

- erhöhte Anzahl an Schnittstellenproblemen,
- detaillierteren AVOR-Aufwand,
- höhere Mobilisierungskosten für eine erhöhte Anzahl und Kapazität der Geräte

trotz geringerer Baustellengemein- und Baustellenvorhaltungskosten höhere aktive Kostenaufwendungen bedingen, und

2. Verzögerungen aufgrund des Einsatzes der Mannschaften und Geräte zum Teil auf anderen Baustellen geringere Kostenaufwendungen bedingen. Jedoch bleiben die Kosten für

- Unterbrechung bzw. Wiederaufnahme der Arbeiten,
- Verlustzeiten durch Verlangsamung der Arbeiten usw.

Aus diesem Grund wird eine asymmetrische Kostenfunktion für die Beschleunigung und Verzögerung der Bauzeit wie folgt gewählt:

$$K_{Bau}(T) = K_1 * T + \frac{K_2}{T}$$

$K_{Bau}(T)$: Baukostenentwicklung

$K_{Bau,0}$: Baukosten (minimal) zum geplanten Fertigstellungstermin T_0

T: Zeit

T_0: geplanter Fertigstellungszeitpunkt

$K_{1,2}$: Kostenkoeffizienten

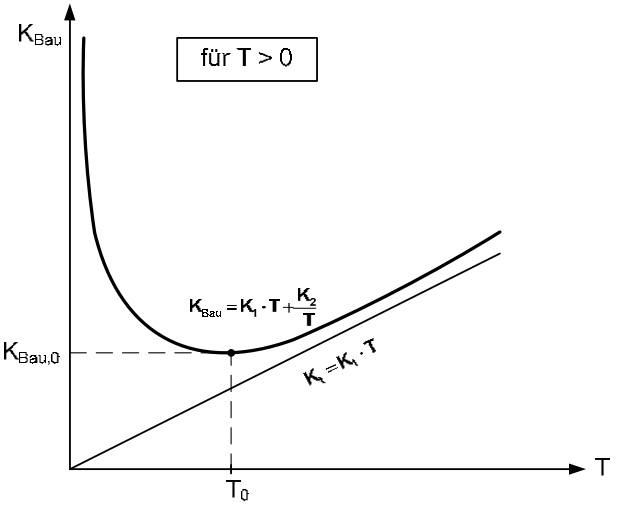


Abb. 1.5: Wirkung von Beschleunigungs- und Verzögerungsmassnahmen auf die Baukosten, bezogen auf die geplante Basisbauzeit T_0 und Basisbaukosten $K_{Bau,0}$

Bestimmung der Koeffizienten in Bezug zu dem geplanten Bauzeitende T_0 und den Minimalkosten / Basiskosten K_0 der regulär geplanten Bauzeit:

$$T > 0 : \frac{dK_{Bau}}{dT} = 0 \quad und \quad \frac{d^2K_{Bau}}{d^2T} > 0$$

$$\Rightarrow \frac{dK_{Bau}}{dT} = K_1 - \frac{K_2}{T_0^2} = 0 \Rightarrow T_0 = \sqrt{\frac{K_2}{K_1}} \Rightarrow K_0 = K_1 * T_0 + \frac{K_2}{T_0}$$

$$K_0 = \sqrt{\frac{K_1^{\,2} * K_2}{K_1}} + \frac{1}{\frac{1}{K_2}\sqrt{\frac{K_2}{K_1}}} = \sqrt{\frac{K_1^{\,2} * K_2}{K_1}} + \frac{1}{\sqrt{\frac{K_2}{K_2^{\,2} * K_1}}}$$

$$= \sqrt{K_1 * K_2} + \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{K_1 * K_2}}} = \sqrt{K_1 * K_2} + \sqrt{K_1 * K_2}$$

$$\underline{K_0 = 2\sqrt{K_1 * K_2}}$$

$$1 : K_0^{\,2} = 4K_1 * K_2$$

$$2 : T_0^{\,2} = \frac{K_2}{K_1}$$

$$1' : \frac{K_0^2}{4K_1} = K_2$$

$$2' : K_1 * T_0^2 = K_2$$

$$1'' : K_1 = \frac{K_0^2}{4K_2}$$

$$2'' : K_1 = \frac{K_2}{T_0^2}$$

$$\Rightarrow \left(K_1 * T_0^2\right) 4K_1 = K_0^2 \qquad \Rightarrow K_1^2 * 4T_0^2 = K_0^2 \qquad \Rightarrow \underline{\underline{K_1 = \frac{K_0}{2T_0}}}$$

$$\Rightarrow \frac{K_2}{T_0^2} = \frac{K_0^2}{4K_2} \qquad \Rightarrow K_2^2 = \frac{K_0^2 * T_0^2}{4} \qquad \Rightarrow \underline{\underline{K_2 = \frac{K_0 * T_0}{2}}}$$

Funktion der Baukosten:

$$\Rightarrow K_{Bau}(T) = K_1 * T + \frac{K_2}{T} = \frac{K_0}{2T_0} * T + \frac{\left(\frac{K_0 * T_0}{2}\right)}{T}$$

$$\Rightarrow \underline{\underline{K_{Bau}(T) = \frac{1}{2}\left(\frac{K_0 * T}{T_0} + \frac{K_0 * T_0}{T}\right)}}$$

Die Auswirkungen bezüglich Beschleunigung oder Verzögerung der Baumassnahmen sind in Abb. 1.6 und Abb. 1.7 für die Variation der Kostenparameter K_0 und T_0 dargestellt.

In der Praxis muss die Kostenfunktion aus den kalkulatorischen Annahmen bezüglich der zusätzlichen kostenbeeinflussenden Faktoren bestimmt werden. Diese setzen sich aus Einsparungen und zusätzlichen Ausgaben zusammen, die aus [7] entnommen werden können.

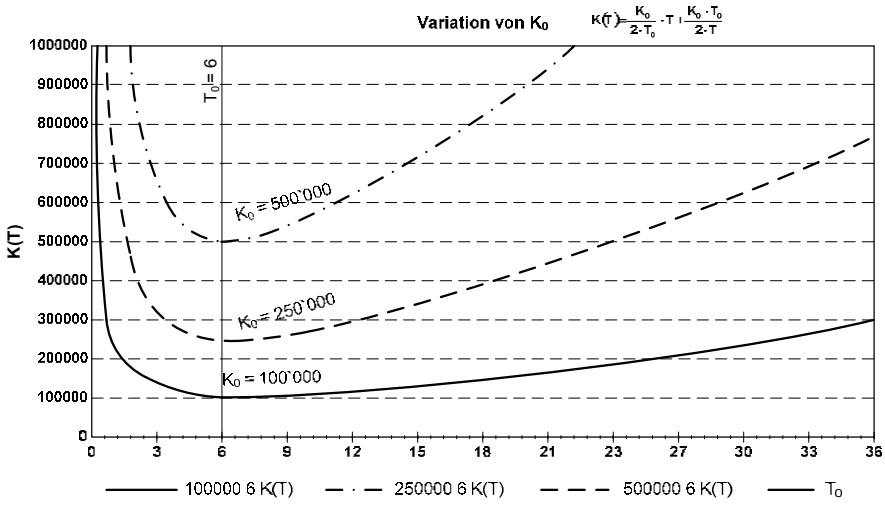


Abb. 1.6: Wirkung der Beschleunigungs- und Verzögerungsmassnahmen auf die Baukosten bei Variation der Basisbaukosten $K_{Bau,0}$

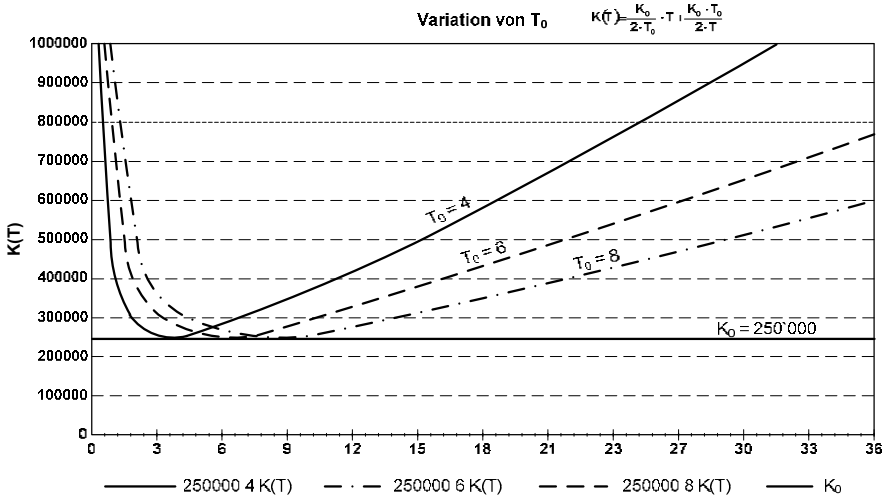


Abb. 1.7: Wirkung der Beschleunigungs- und Verzögerungsmassnahmen auf die Baukosten bei Variation der Basisbauzeit T_0

Theoretisch kann das relative Kostenoptimum, bezogen auf eine geplante Bauzeit T_0 (Zeit zwischen Grundstückskauf und Fertigstellung), wie folgt ermittelt werden:

Die Kosten des Baugrundstücks sowie der Zinsen betragen (Abb. 1.8):

$$K_G(T) = K_{G,0}\left(1 + \frac{p}{100}\right)^T \qquad \text{für längere Zeiträume}$$

$$K_G(T) \approx \sum_{T=1}^{T=n} K_{G,0,T} \qquad \text{für kurze Zeiträume}$$

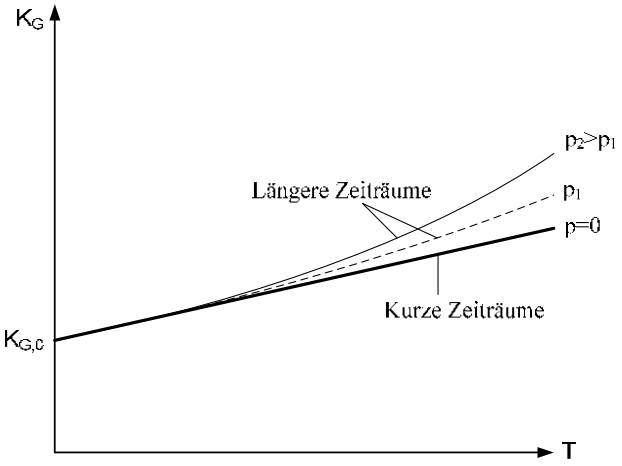


Abb. 1.8: Zeitabhängige Baugrundstückskosten

Baukostenfunktion in Bezug auf Beschleunigung und Verzögerung, bezogen auf die Veränderung der geplanten Bauzeit T_0 (Abb**.** 1.9):

$$K_{Bau}(T) = \frac{1}{2}\left(\frac{K_{Bau,0} * T}{T_0} + \frac{K_{Bau,0} * T_0}{T}\right)$$

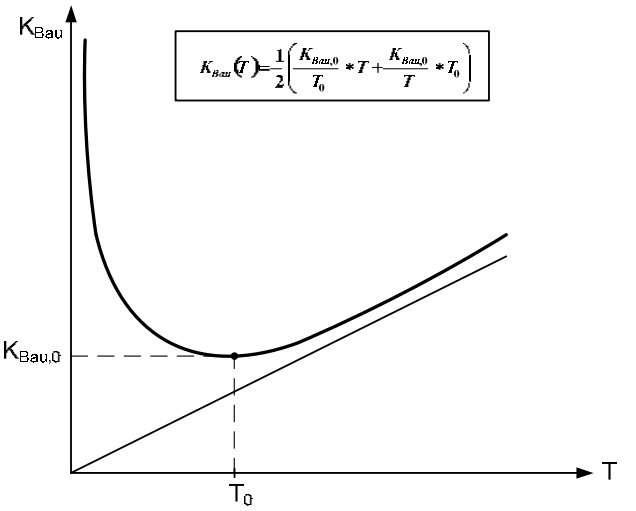


Abb. 1.9: Baukostenfunktion in Abhängigkeit von Beschleunigungs- und Verzögerungsmasssnahmen

Die Mieteinnahmen durch frühzeitiges Fertigstellen betragen **(**Abb**.** 1.10):

$\underline{T < T_0 :}$

$$E_M(T) = \sum_{T=1}^{T_{opt}} M_{(T_0-T)} \left(1 + \frac{p}{100}\right)^{T_0-T}$$ für längere Zeiträume

$$E_M(T) \approx \sum_{T=1}^{T} M_{(T_0-T)}$$ für kurze Zeiträume

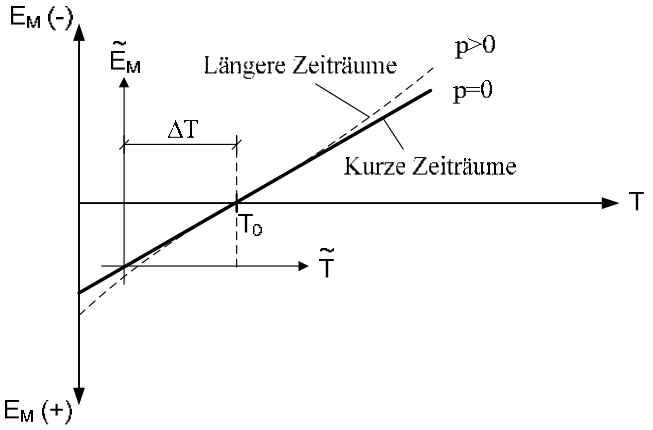


Abb. 1.10: Mieteinnahmen durch Baubeschleunigungsmassnahmen

Mietausfall durch zu spätes Fertigstellen (Abb**.** 1.11):

$\underline{T < T_0 :}$

$$E_M(T) = \sum_{T=1}^{T_{opt}} M_{(T_0 - T)} \left(1 + \frac{p}{100}\right)^{T_0 - T}$$ für längere Zeiträume

$$E_M(T) \approx \sum_{T=1}^{T} M_{(T_0 - T)}$$ für kurze Zeiträume

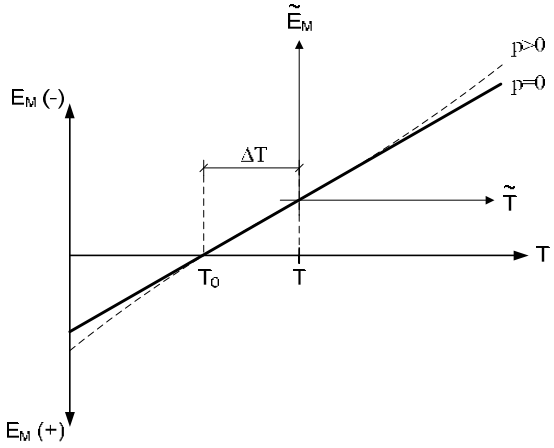


Abb. 1.11: Mietausfall durch Bauverzögerung

Gesamtkostenansatz

$$K(T) = K_G(T) + K_{Bau}(T) - E_M(T)$$

Minimalkosten durch Bauzeitbeschleunigung:

$$\left.\begin{array}{l} \dfrac{dK}{dT} = 0 \\ \dfrac{d^2K}{d^2T} > 0 \end{array}\right\} T_{opt} \Rightarrow K_{\min}$$

Alternative Praktikerlösung:

Da die Bauzeitverzögerungen und Bauzeitbeschleunigungen nur relativ kurze Zeitabschnitte von 1-2 Jahren im Regelfall betragen, können Mietausfall, Mieteinnahmen sowie Zinsen für das Grundstück ohne Verzinsung linear angesetzt werden. Die Baukostenkurve wird allerdings im Regelfall nicht linear bleiben aufgrund des konzentrierten Ressourceneinsatzes an Maschinen und Personal.
Der optimale Zeitpunkt zur Optimierung der Gebäudeherstellungskosten kann vereinfacht aus einer einfachen „try and error"-Rechnung gemäss Abb**.** 1.12 ermittelt werden. Voraussetzung ist auch hier, dass die Kostenfunktionen vorher entwickelt wurden.

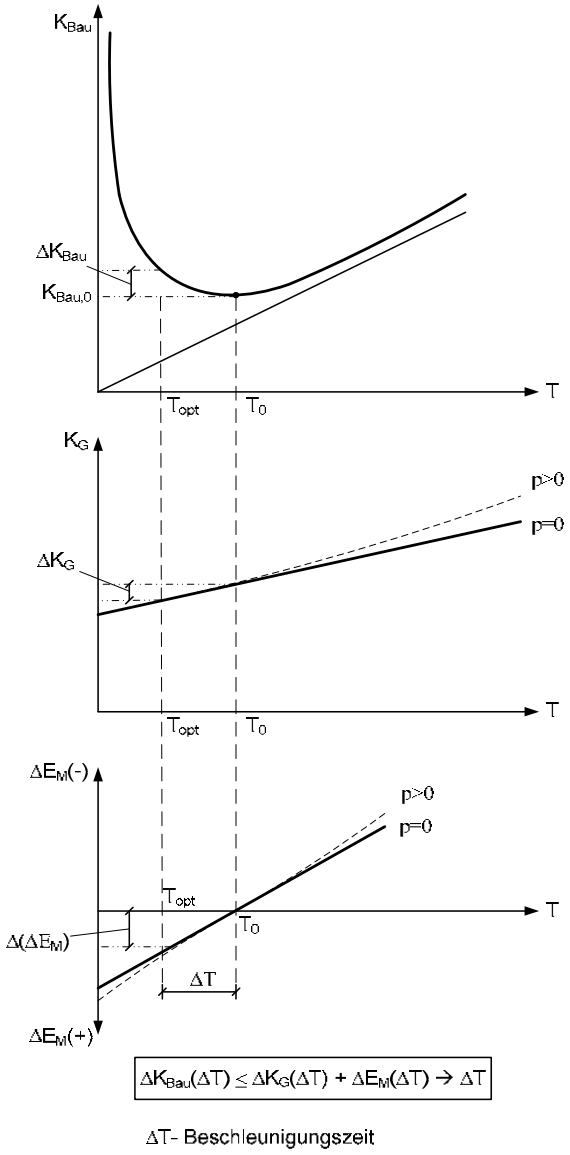


Abb. 1.12: Praktikermethode – Optimierung des Beschleunigungszeitpunkts zur Minimierung der Baukosten

2 Projekt- und interagierende Anbieterprozesse

Das Bauwerk mit seinen Funktionen, aber auch mit seinen Prozessen von der Planung, Ausführung und Nutzung bis zum Rückbau, muss als komplexes System verstanden werden. Dieses System mit seinen Prozessen, Hauptakteuren und Aufgaben ist in Abb. 2.1 dargestellt.

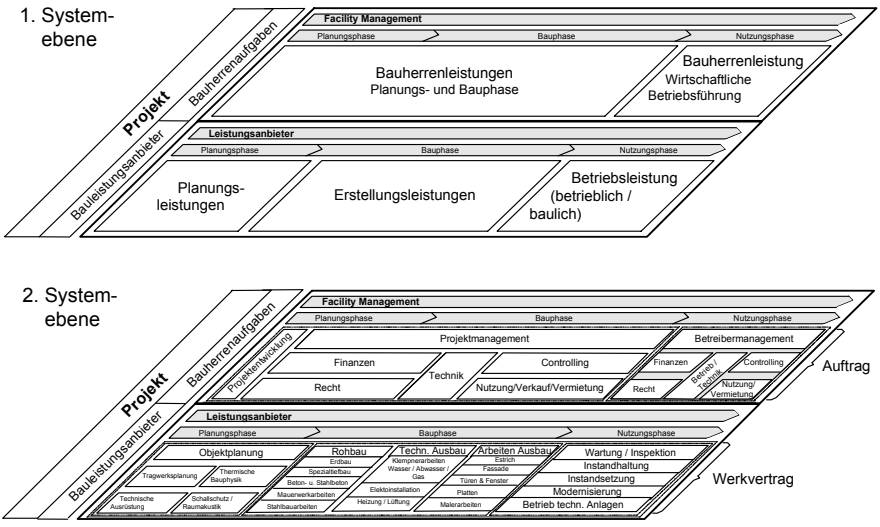


Abb. 2.1: Das Bauwerk als System – Aufgaben und Prozessphasen

Die Unterteilung des Systems erfolgt in primäre Bauherrenaufgaben und Leistungsanbieteraufgaben. In Abb. 2.1 sind die wichtigsten Aufgaben in den Projekt- und Objektphasen dargestellt.

Zur zielorientierten Realisierung und Nutzung dieses Systems sind die Prozessphasen und die zugeordneten Aufgaben mit den jeweiligen Prozessverantwortlichen in den jeweiligen Projektabwicklungsformen zu definieren.

G. Girmscheid, *Projektabwicklung in der Bauwirtschaft,* DOI 10.1007/978-3-642-14385-4_2,
© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2010

2.1 Projektprozesse

Die Bauwerksprozesse gliedern sich in den Bauwerkserstellungsprozess, der sich wiederum in die Planungs- und Bauproduktionsprozesse unterteilt, sowie den Betriebs- bzw. Nutzungsprozess, der sich in den Bewirtschaftungsprozess mit Nutzungs- und Rückbauphase untergliedert. Dabei wirken die primären Prozesse der Bauwerkserstellung und Nutzung wertschöpfend (Abb. 2.2).

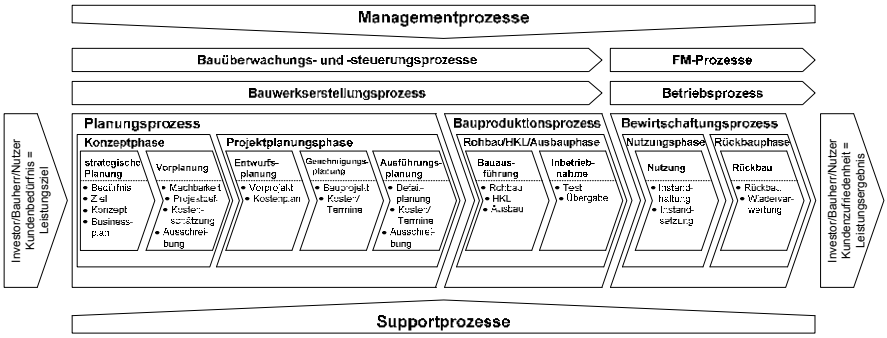


Abb. 2.2: Lebenszyklusprozess eines Bauwerks mit Phasen und Hauptaufgaben

Der Bauwerkserstellungsprozess ist ein typischer Projektabwicklungsprozess, der den zweckorientierten Ablauf der Bauwerkserstellung sicherstellt. In seinem Verlauf müssen die Kundenbedürfnisse in Leistungsziele transformiert werden; dazu ist die besondere Erfahrung von Bauherrenberatern, Construction Managern (CM) und Architekten oder Gesamtleistungsanbietern sowie Planern und Unternehmern vonnöten. In dieser strategischen Konzeptphase müssen Neubau, Umbau von Altimmobilien und andere alternative Lösungsansätze untersucht und bewertet werden. Dabei muss z.B. bei einem Industriebetrieb untersucht werden, ob es wirtschaftlicher und strategisch besser ist, eine Produktion an einen Nachunternehmer zu „outsourcen“ anstatt eine neue Fabrikanlage zu bauen.

In Abb. 2.3 sind die wesentlichen Phasen, Meilensteine und Hauptaktivitäten der Planungs- und Bauprozesse dargestellt, die im Folgenden erläutert werden.

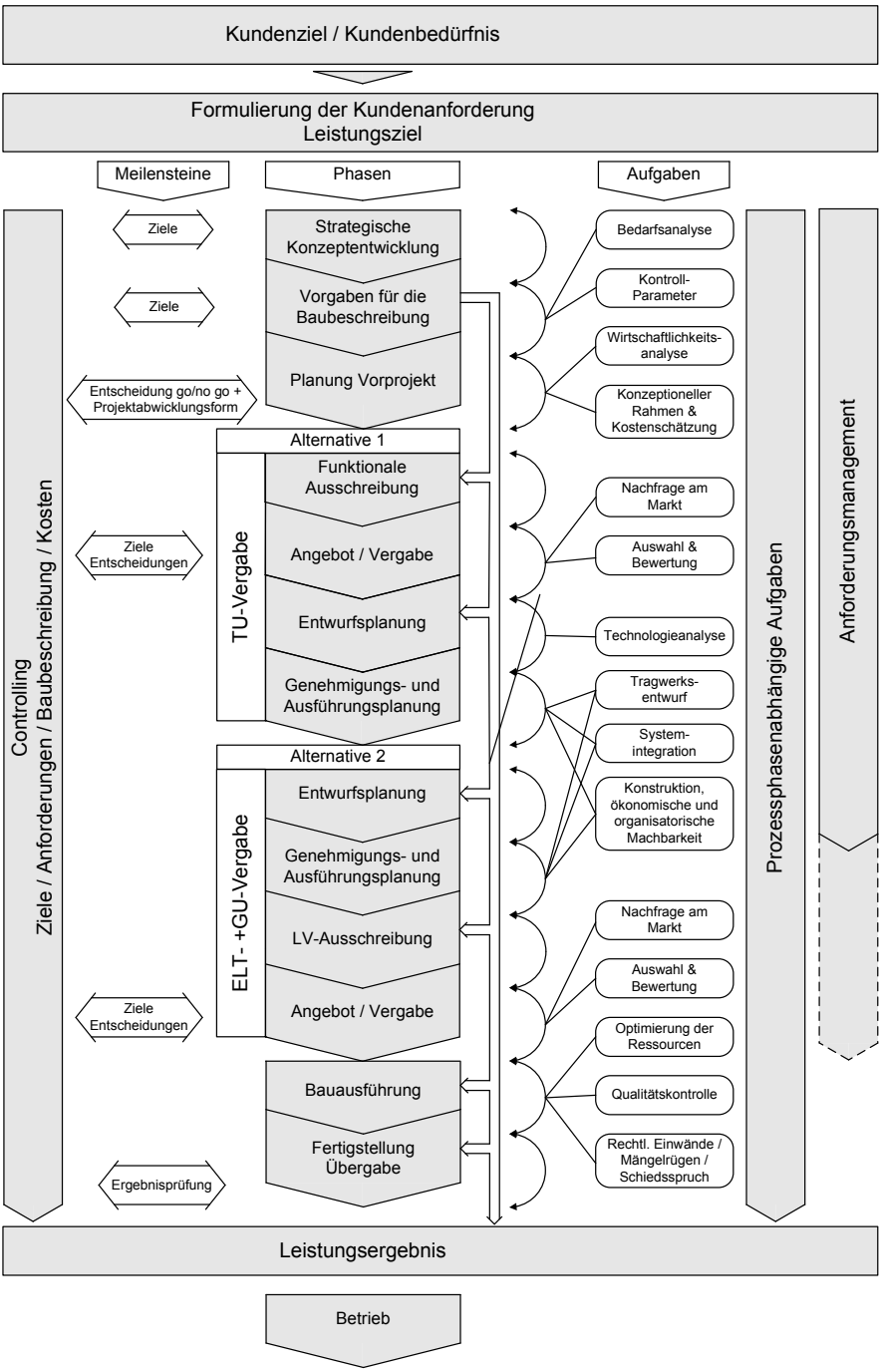


Abb. 2.3: Projektphasen, Meilensteine und interagierende Aufgaben

Grundsätzlich sollte in der Vorprojekt-Planung für alle Baumassnahmen ein Businessplan entwickelt werden. Der Businessplan muss den wirtschaftlichen Nutzen, d.h. die Kosten- und Nutzenelemente, aufzeigen. Die alternativen Lösungsansätze müssen auf dieser Basis untereinander verglichen werden. Der Businessplan liefert auch den Kostenrahmen für das Projekt. Was nützt eine bauliche Investition, wenn die Kosten über die Nutzungszeit grösser sind als die Erlöse? Diese Analyse sind die Planer der Konzeptphase auch dem Einfamilienhausbesitzer schuldig, damit er weiss, wir hoch die monatliche Belastung bzw. der Eigenmietwert pro Monat ist.

Nach der Erarbeitung der Leistungsziele werden in der Vorstudienphase / Vorplanungsphase mehrere Projektentwürfe untersucht. Die Vorentwürfe müssen die Leistungsziele des Bauherrn erfüllen (Machbarkeit); kundenorientierte Planer / Architekten sollten insbesondere den Kostenrahmen aus dem Businessplan einhalten. Ist der Kostenrahmen aufgrund der wünschenswerten Leistungsziele des Bauherrn nicht einzuhalten, müssen die Planer Alternativen aufzeigen und Vorschläge ausarbeiten, um die Leistungsziele auf das Notwendige und Finanzierbare zu modifizieren.

Der Businessplan hat in der Beratung des Bauherrn (Kunden) eine sehr grosse Bedeutung, sodass dieses Beratungsinstrument heute in keiner Konzeptphase fehlen darf. Der Bauherr und vor allem der Architekt müssen das Kostendach kennen, damit der ästhetische, künstlerische und funktionale Entwurf neben den weiteren Leistungszielen danach ausgerichtet wird. Darauf aufbauend muss in der Entwurfsphase eine Entwurfsvariante ausgewählt und eine funktionale Beschreibung angefertigt werden. Die funktionale Beschreibung wird durch die definierten Leistungsziele des Bauherrn gelenkt.

Nach der Entwurfsphase erfolgen bei der TU-Projektabwicklungsform die Präqualifikation, die Ausschreibung und der Wettbewerb. Aufbauend auf dem Architekten- und Funktionsentwurf sowie der funktionalen Ausschreibung entwickeln die TU ihre Lösungsvorschläge mit Kosten- und Termingarantien. Nach einer eingehenden Bewertung der TU-Preis-Lösungsangebote wird meist ein Anbieter beauftragt. Bei GU- und ELT-Projektabwicklungsformen wird diese „TU-Vergabephase“ übersprungen, und der Architekt und die Planer setzen nach dem gewählten Vorentwurf mit der Genehmigungs- und Ausführungsplanung fort. Bei der TU-Projektabwicklungsform wird die Genehmigungs- und Ausführungsplanung nach der Vergabe an den TU durchgeführt. In diesen Phasen müssen die verschiedenen Fachplaner für die Konstruktion, HKL, Fassade etc. eingesetzt und koordiniert werden. Bei traditionellen Projektabwicklungsformen wie Einzelleistungsträger (ELT) und Generalunternehmer (GU) erfolgt die Ausschreibung meist nach der Genehmigungsplanung mit einem weitgehend detaillierten Leistungsverzeichnis.

Im Rahmen des Bauproduktionsprozesses erfolgen die Organisation und Abwicklung der Rohbauerstellung sowie der technische und architektonische Ausbau. Hierzu muss der Erstellungsprozess geplant und koordiniert werden. Dazu ist es erforderlich, die Bauprozesse, Geräte, Equipen, Materialtransporte etc. als eine Bauproduktionskette mit parallelen und sequenziellen Aktivitäten aufeinander abzustimmen. Die Bereitstellung der Ausführungsplanung ist dabei auf den Fortschritt des Bauprozesses abzustimmen. Das Gleiche gilt für HKLE+E-Gewerke. Aufgrund der Parallelität der Arbeiten in der Ausbauphase muss ein Logistikkonzept entwickelt werden, um die nicht wertschöpfenden Aktivitäten bezüglich Materialsuche, Lagerung (Umstapeln) etc. möglichst gering zu halten. Die Unterprozesse Rohbau, HKL+E- sowie architektonischer Ausbau verlaufen teilweise parallel und sequenziell [8].

Nach Fertigstellung erfolgen die Inbetriebnahmephase und die Übergabe des Bauwerks. In der Nutzungsphase ist der reibungslose Betrieb von grosser Bedeutung. Der Nutzungsprozess des Bauwerks beinhaltet die Betriebs- und Unterhaltsprozesse, die Instandhaltung und Instandsetzung sowie den Rückbauprozess.

Der Bauwerkserstellungsprozess wird von den nicht wertschöpfenden, aber erforderlichen Bauüberwachungs- und Steuerungsprozessen geführt, um eine hohe Effizienz in der Zielerreichung zu sichern. Während der Nutzungsphase übernimmt das Facility Management (FM) diese überwachenden, steuernden und nicht wertschöpfenden Funktionen.

Bei der Wahl der Projektabwicklungsform ist besonders zu berücksichtigen, dass der Bauherr sich zu Beginn hinsichtlich des Erreichens seiner Leistungsziele unsicher fühlt; diese Unsicherheit reduziert sich mit fortschreitendem Verlauf des Wertschöpfungs- / Leistungserstellungsprozesses. Abb. 2.4 zeigt diese prozessorientierte Sichtweise in Bezug auf

- den Grad der Zielerreichung mit der Unsicherheit des Bauherrn in den anfänglichen Projektphasen, in deren weiterem Verlauf sich das Leistungsergebnis konkretisiert,
- die Typologisierung der Transaktionen Planen und Bauen für den Bauherrn in den einzelnen Phasen der Wertschöpfung, in denen sich das Bauprojekt durch den Grad der Immaterialität, Interaktivität und Integration charakterisiert.

Im Verlauf der Projektphasen und mit zunehmender Materialisierung der Projektziele verringert sich die Intensität der Beziehung zwischen Bauherr und Leistungsanbieter sukzessiv, und die Autonomie des Leistungsanbieters steigt.

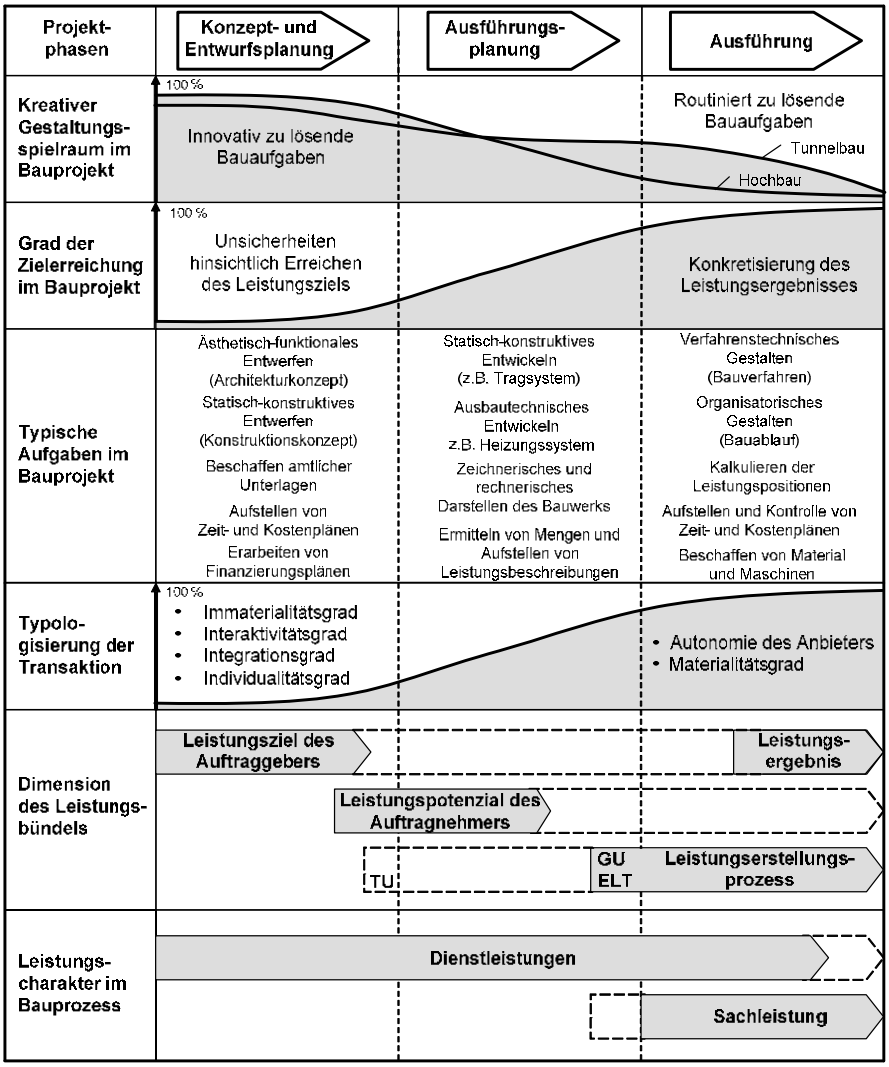


Abb. 2.4: Charakterisierung der prozessorientierten Bauleistung aus Transaktionssicht [11]

Leistungsanbieter werden im Regelfall in frühen Projektphasen, in denen das Projekt noch weitgehend immateriell ist und nur Beschreibungen und Pläne vorliegen, aufgrund ihres Leistungspotenzials beauftragt, was besonders bei Gesamtleistungen zutrifft.

Hier ist es also erforderlich, dass der Leistungsanbieter den Auftraggeber durch Vertrauen bildende Eigenschaften und Kriterien (Abb. 2.5) wie

- Qualifikation und soziale Kompetenz der Mitarbeiter sowie Kontinuität bei Projektleitern,
- Grad der Leistungsintegration und Gestaltung des Fremdleistungsbezugs,
- Bonität, Image, Kapazität und Technologie des Unternehmens,
- positive Erfahrungen des Auftraggebers aus vorangegangenen Transaktionen,
- Referenzen

überzeugen kann. Diese Elemente bestimmen weitgehend das Leistungspotenzial des Anbieters und dienen ihm – neben dem Preis – dazu, sich im Wettbewerb zu positionieren und den Kunden besonders bei Gesamtleistungsaufträgen von den Vorteilen einer Auftragserteilung zu überzeugen. Sie sind Voraussetzung und Garant dafür, dass die Leistungsziele unter Beachtung der Belange des Auftraggebers / Bauherrn und des Vertrags interaktiv und partnerschaftlich in das Leistungsergebnis umgesetzt werden können. Erst im Leistungserstellungsprozess materialisieren sich die Leistungsziele integrativ und interaktiv zwischen Bauherr und Leistungsanbieter sowie anderen Beteiligten. Dabei steigt ab Vertragsabschluss die Autonomie des Leistungsanbieters.

Aufgrund ihrer Komplexität kann eine Bauleistung praktisch wie auch theoretisch zu keinem Zeitpunkt bis ins letzte Detail ausgeschrieben werden; daher besteht für den Bauherrn bei der Ausschreibung eine gewisse Unsicherheit, die die Leistungsanbieter aufgrund der erforderlichen Vertrauen bildenden Eigenschaften und Kompetenzen und z.B. durch Garantien abdecken sollten.

Auf der einen Seite kann der Bauherr bei Auftragserteilung in einer frühen Phase den Wettbewerb der Ideen spielen lassen, um eine optimale Lösung für seine Ziele zu erhalten und sich bei Gesamtleistungen weitgehend der kostentreibenden Schnittstellen zu entledigen. Auf der anderen Seite sinkt aufgrund des Vertragsrahmens der Immaterialitäts-, Interaktivitäts- und Integrationsgrad. Erteilt der Bauherr den Auftrag sehr spät, so wird eine Lösung ohne optimierten Ideenwettbewerb umgesetzt. Zudem muss der Bauherr meist die Folgen der Schnittstellenproblematik zwischen den Anbietern (Planern, ausführenden Unternehmen) tragen, jedoch kann er seine Leistungsziele stark detaillieren lassen, um die Unsicherheiten zu reduzieren.

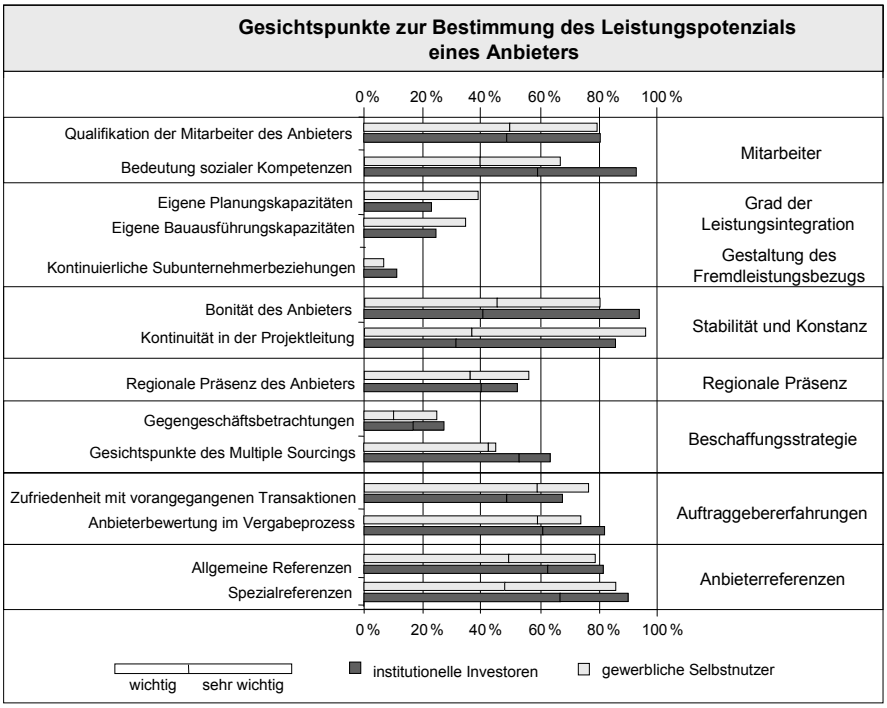


Abb. 2.5: Positionierungsgesichtspunkte zur Bestimmung des Leistungspotenzials eines GU- / TU-Anbieters, differenziert nach gewerblichen Selbstnutzern und institutionellen Investoren [9]

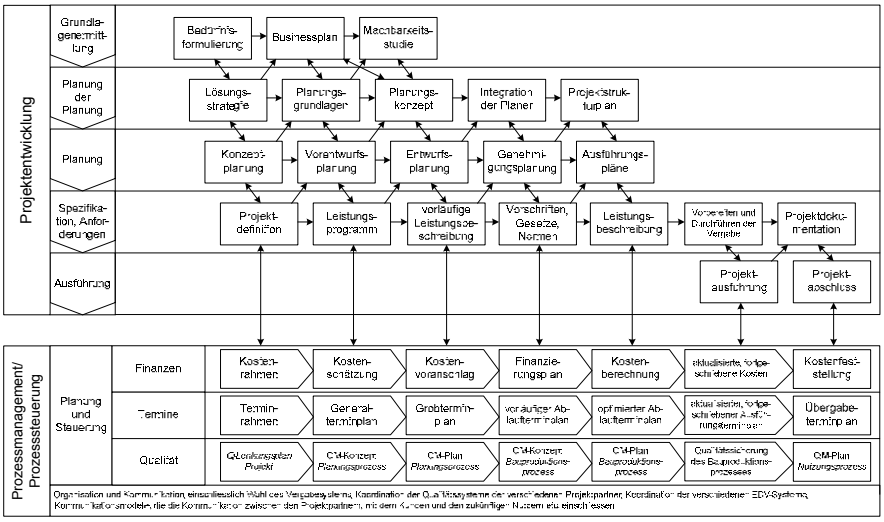


Abb. 2.6: Prozess-Aktivitäts-Matrix (PAM)

Die in Abb. 2.2 dargestellten Prozesse sind nicht linear hintereinander geschaltet. In der Prozess-Aktivitäts-Matrix (Abb. 2.6) sind die Interaktionen zwischen den Aktivitäten einerseits und den Prozessstufen andererseits dargestellt.

Aus der Prozess-Aktivitäts-Matrix lässt sich gut erkennen, wie komplex der meist sehr dynamisch verlaufende Bauwerkserstellungsprozess ist und dass er daher auch als sehr kompliziert charakterisiert werden muss. Hieraus lässt sich verdeutlichen, welche hohen Anforderungen an Beratung, Steuerung und Kooperation gestellt werden, um die Fachinhalte der Aktivitäten, die meist durch Spezialisten durchgeführt werden, zielorientiert zu leiten, sodass die Kundenziele am Ende des Prozesses erreicht werden.

Die Transformation der Kundenbedürfnisse in das Leistungsergebnis ist während des Prozesses weitgehend immateriell und muss durch die vernetzten und komplexen Prozessaktivitäten dynamisch und schnell umgesetzt werden. Hier ist die Frage zu stellen, ob das traditionelle Rollenverständnis vieler Baufachleute (z.B. Architekten, Ingenieure, Entwurfsarchitekten und Projektsteuerer) reicht, um diesen komplizierten Prozess bei grösseren Projekten für den Kunden zufriedenstellend und mit hoher wertschöpfender Effizienz zu führen. Das Führen des Projekts ist ein Managementprozess mit notwendigen, aber nicht wertschöpfenden Aktivitäten. Die Aufgabe des Führens besteht darin, die wertschöpfenden Prozesse zielorientiert zu koordinieren. Dazu gehören im Planungsprozess der Entwurf des Architekten, die Konstruktion des Ingenieurs etc. Die primären wertschöpfenden Prozesse der Bauwerkserstellung werden durch Unterstützungsprozesse zur Steuerung der Zielerreichung überprüft. Dazu gehören heute zumindest Qualität, Kosten und Termine. Je nach Anforderung muss die Prozessmanagementsteuerung auf Funktion sowie Architektur- und Produktqualität ausgedehnt werden.

Während dieses hochkomplexen Bauwerkserstellungsprozesses müssen die Ziele des Bauherrn / Investors Stufe um Stufe nach Prozessfortschritt in die entwickelten Informationsebenen konkretisiert werden. In Abb. 2.7 ist dieser Detaillierungsprozess mit den zunehmend konkreteren Informationsebenen dargestellt.

Die Informationsebenen füllen mit Fortschritt des Bauwerkserstellungsprozesses die weitgehend immateriellen Kundenbedürfnisse mit klaren Projektzielen. Dazu ist eine intensive Interaktion zwischen Bauherr / Investor mit Architekten und Planern sowie den anderen Baubeteiligten notwendig, um die Integration des Know-hows zu sichern und die Kundenbedürfnisse durch ein systematisches Anforderungsmanagement zu befriedigen. Auf der Strukturierungsbasis der Projektgliederungs-Detaillierungs-Informations-Matrix erfolgt die Funktionsbeschreibung bzw. die Erstellung des Leistungsverzeichnisses.

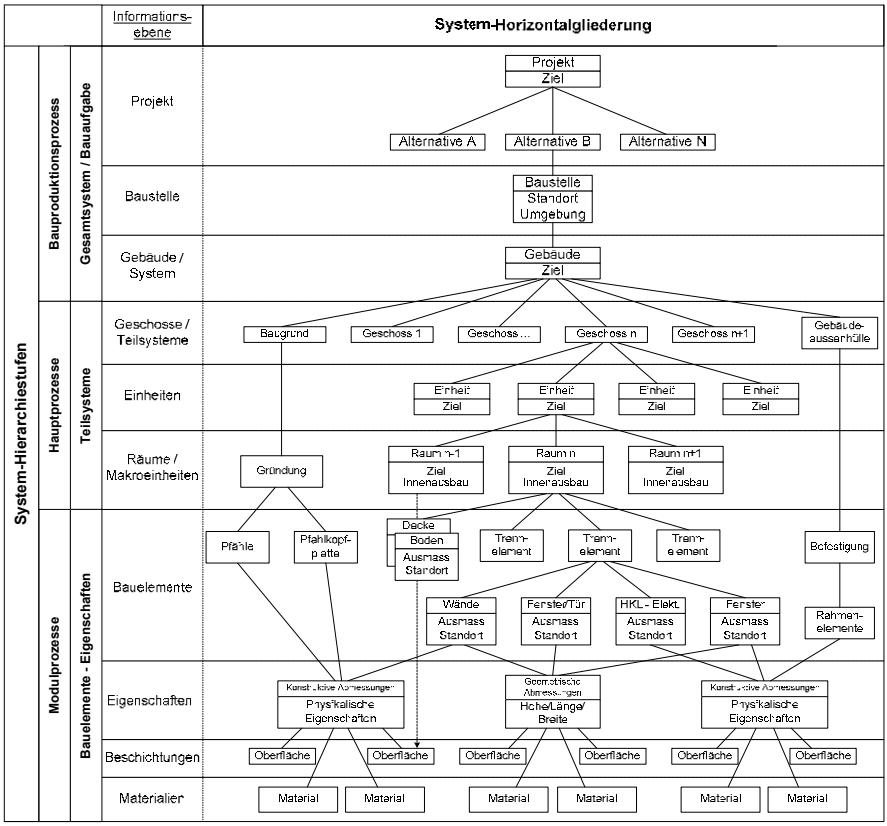


Abb. 2.7: Projektgliederungs-Detaillierungs-Informationsmatrix (PDI-Matrix)

Wenn man die PDI-Matrix systematisch anwendet, erhält man einen klaren Überblick, welche Detaillierungsstufe man bei der Planung erreicht hat. Die PDI-Matrix dient auch zur Entscheidung, ab wann eine Funktionalausschreibung bzw. eine Ausschreibung mit Leistungsverzeichnis durchgeführt werden kann.

Der Projektabwicklungsprozess mit Bauwerkserstellungs- und Nutzungsprozess stellt nur die systematische Erledigung von Aufgaben in den einzelnen Phasen dar.

Die Durchführung des Bauproduktionsprozesses erfolgt durch die Planer und in den Unternehmen der Bauwirtschaft. Zu diesen Unternehmen gehören Bauunternehmen, die sowohl als Rohbauhersteller wie auch als Generalleistungsträger auftreten.

Ferner gehören Ausbauunternehmen wie Fliesenleger, Putz- und Stuckateurunternehmer, Dachdecker sowie Heizungs-, Klima-, Lüftungs- und Elektrounternehmer und auch Unternehmen für die Aussenanlagen dazu. Im Regelfall sind bei einem Hochbau 30 bis 40 Unternehmen für die unterschiedlichen Gewerke / Werkgruppen tätig.

2.2 Interagierende Anbieterprozesse

Die *Unternehmensprozesse* [10] bzw. Geschäftsprozesse eines Unternehmens gliedern sich nach dem Wertschöpfungsprinzip in den Primärprozess des Leistungserstellungsprozesses sowie die sekundären steuernden und unterstützenden Prozesse der Management- und Supportprozesse [11] (Abb. 2.8).

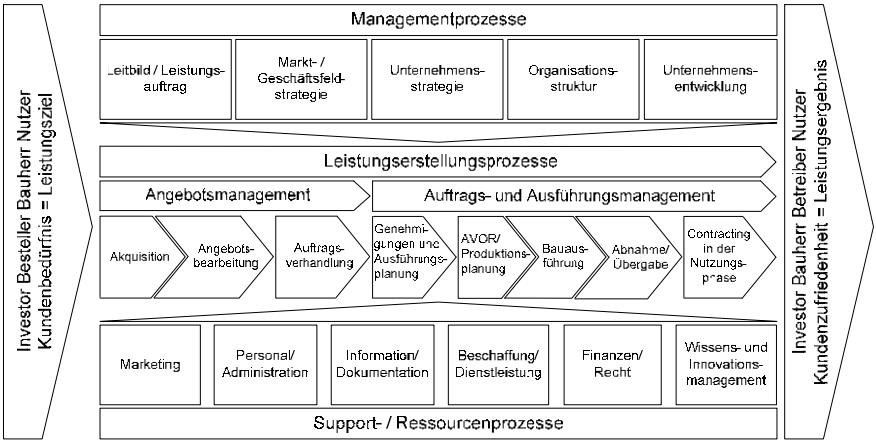


Abb. 2.8: Prozessmodell der Wertschöpfungskette eines Bauunternehmens [11]

Der *Leistungserstellungsprozess* in einem Unternehmen oder einer Geschäftseinheit enthält alle direkt wertschöpfenden Teilprozesse und Aktivitäten eines Unternehmens und stellt einen Input- und Outputprozess dar. Aufgrund der Kundenbedürfnisse (Input) wird innerhalb des Leistungserstellungsprozesses das Leistungsergebnis (Output) erzeugt. Dieser Prozess gliedert sich in den meisten Firmen in die Teilprozesse Akquisition von Aufträgen bis hin zur Übergabe der fertigen Leistung an den Bauherrn bzw. Auftraggeber.

Die *Support- und Managementprozesse* unterstützen den Leistungserstellungsprozess zur effizienten und effektiven Zielerfüllung und gehören zu den notwendigen, aber nicht wertschöpfenden Aktivitäten des Unternehmens.

Die *Supportprozesse* für den Leistungserstellungsprozess kommen von den Unternehmensbereichen Personaladministration, Finanzwesen, Informatik, Werkhof etc. Diese Bereiche stellen Ressourcen in Form von Fähigkeiten, Know-how, Material, Finanzen oder direkten Unterstützungsleistungen für den Leistungserstellungsprozess bereit.

Die *Managementprozesse* bilden den notwendigen Rahmen zur Führung, Steuerung und Ausrichtung des Unternehmens. Hier wird der strukturelle Rahmen des Unternehmens geformt (Geschäftsbereiche, Organisation, Prozesse etc.) sowie die Ausrichtung auf die Unternehmensziele vorgenommen.

Das Ziel jedes Unternehmens der Bauwirtschaft ist es, aufgrund seines Leistungspotenzials die Bedürfnisse und Leistungsziele des Bauherrn und dessen Kunden im Leistungserstellungsprozess in das gewünschte Leistungsergebnis umzusetzen. Der Bauunternehmer erhält vom Kunden den Auftrag aufgrund des Angebotspreises und der Produktionsfaktoren, die das Leistungspotenzial für einen erfolgreichen Leistungserstellungsprozess garantieren. Im Rahmen des unternehmerischen Leistungserstellungsprozesses entscheidet es sich, ob die antizipierten Leistungsziele des Kunden realisiert werden.

Damit der Leistungserstellungsprozess im Unternehmen optimal effizient zur Erreichung der Kundenzufriedenheit und zur Gewinnerzielung abgewickelt werden kann, sind die Management-, Ressourcen- und Supportprozesse erforderlich (Abb. 2.8). Das Ziel des Unternehmens ist es, die Kundenzufriedenheit sicherzustellen; dies erfolgt im Rahmen des Leistungserstellungsprozesses im Unternehmen. Der Leistungserstellungsprozess ist somit die Kerntätigkeit des Unternehmens. Um die Unternehmensziele zu unterstützen, müssen die Management- und Supportprozesse so gestaltet und optimiert werden, dass ein Höchstmass an Effizienz erreicht wird.

Da Bauprojekte im Regelfall Unikatcharakter aufweisen und somit ein typisches Projektgeschäft darstellen, ist die Prozessorientierung des Leistungserstellungsprozesses von grösster Bedeutung. Dadurch wird erreicht, dass die Projektziele den Prozess bestimmen und somit die Kundenorientierung gesichert wird. Dieser Grundgedanke muss dann auch als Bedingungsgrösse in der Organisationsgestaltung konsequent umgesetzt werden. Der Leistungserstellungsprozess muss im Bauunternehmen als kontinuierlicher Ablauf mit einem Prozessverantwortlichen – dem Bereichsleiter, Oberbauleiter bzw. Bauleiter – angesehen werden.

Der Leistungserstellungsprozess (Abb. 2.9) wird in Angebots- und Ausführungsmanagement gegliedert [8].

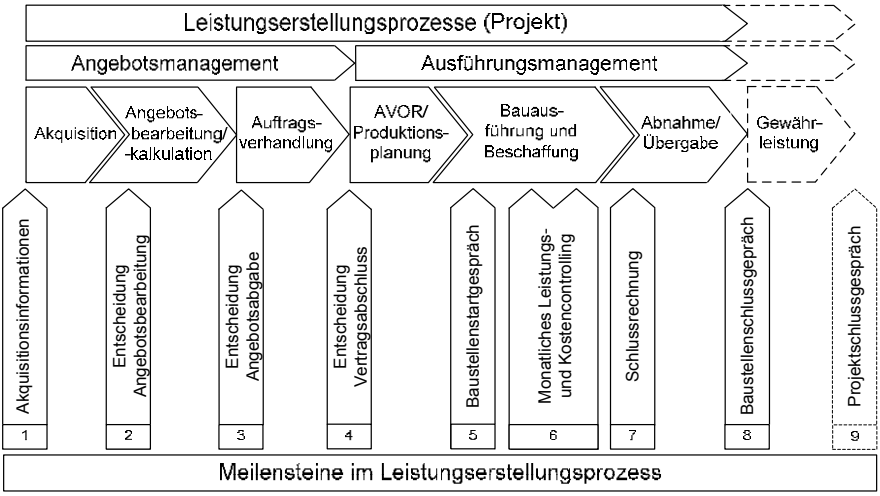


Abb. 2.9: Prozessphasen und Meilensteine im Leistungserstellungsprozess eines Bauunternehmens [8]

Das *Angebotsmanagement* wird in folgende Hauptphasen gegliedert:

- Akquisition von Ausschreibungen
- Angebotsbearbeitung mit Vertragsprüfung, AVOR und Kalkulation
- Vertragsverhandlungen mit dem Kunden

Das *Ausführungsmanagement* beginnt mit dem Vertragsabschluss und wird in folgende Hauptphasen gegliedert:

- Arbeitsvorbereitung (AVOR) der Baustelle mit Planung des Bauproduktionsprozesses mit Bauverfahrensauswahl, Kapazitäts-, Ressourcen- und Terminplanung, d.h., das Unternehmen plant sein Leistungspotenzial, um die Leistungsziele des Kunden zu erfüllen
- Bauausführung und Beschaffung von Materialien und Subunternehmern
- Abnahme und Übergabe des Projekts / Leistungsergebnisses an den Bauherrn / Kunden
- Gewährleistungsfrist mit der Verpflichtung zur Beseitigung von auftretenden Mängeln und Rückgabe möglicher Gewährleistungsgarantien an

den Bauunternehmer. Diese Phase fällt in die Leistungsverantwortung des Prozessverantwortlichen / Bauleiters und wird oft von diesem unterpriorisiert, obwohl sie für die Kundenzufriedenheit und Kundenbindung sehr wichtig ist.

Angebotsmanagement
Das *Angebotsmanagement* eines Unternehmens beschreibt den entscheidenden Prozess zur Gewinnung der projektspezifischen Aufträge. Diese Phase entscheidet darüber, ob

- das Unternehmen den Auftrag erhält,
- der Auftrag den angestrebten Erlös bringt,
- die Risiken weitgehend erkannt wurden.

Damit wird deutlich, welche wichtigen Aufgaben in dieser Phase zu erfüllen sind. Sie entscheidet somit auch darüber, ob

- eine ausreichende Auslastung der vorhandenen Ressourcen in Zukunft gesichert ist,
- eine ausreichende Erlösmarge erreicht werden kann.

Das Angebotsmanagement kann man in vier Hauptschritte gliedern: Akquisition von Ausschreibungen, Prozess der Projektauswahl zur Bearbeitung der Angebote, Ablauf der Angebotsbearbeitung im Unternehmen, Abgabe des Angebots an den Kunden und Vertragsverhandlungen mit dem Kunden. Die einzelnen Schritte des Angebotsmanagements sind wie folgt (Abb. 2.10):

- Akquisition: aktive Marktbearbeitung oder Offertanfragen
- Entscheidung über Offertbearbeitung nach Vorprüfung
- Vertragsprüfung und technische Prüfung
- Massenermittlung
- Bauproduktionsplanung (Bauverfahren, Kapazität, Ressourcen, Termin)
- Angebotskalkulation und Preisbildung
- Angebotsausarbeitung und Einreichung des Angebots
- Vergabeverhandlungen
- Auftragserteilung

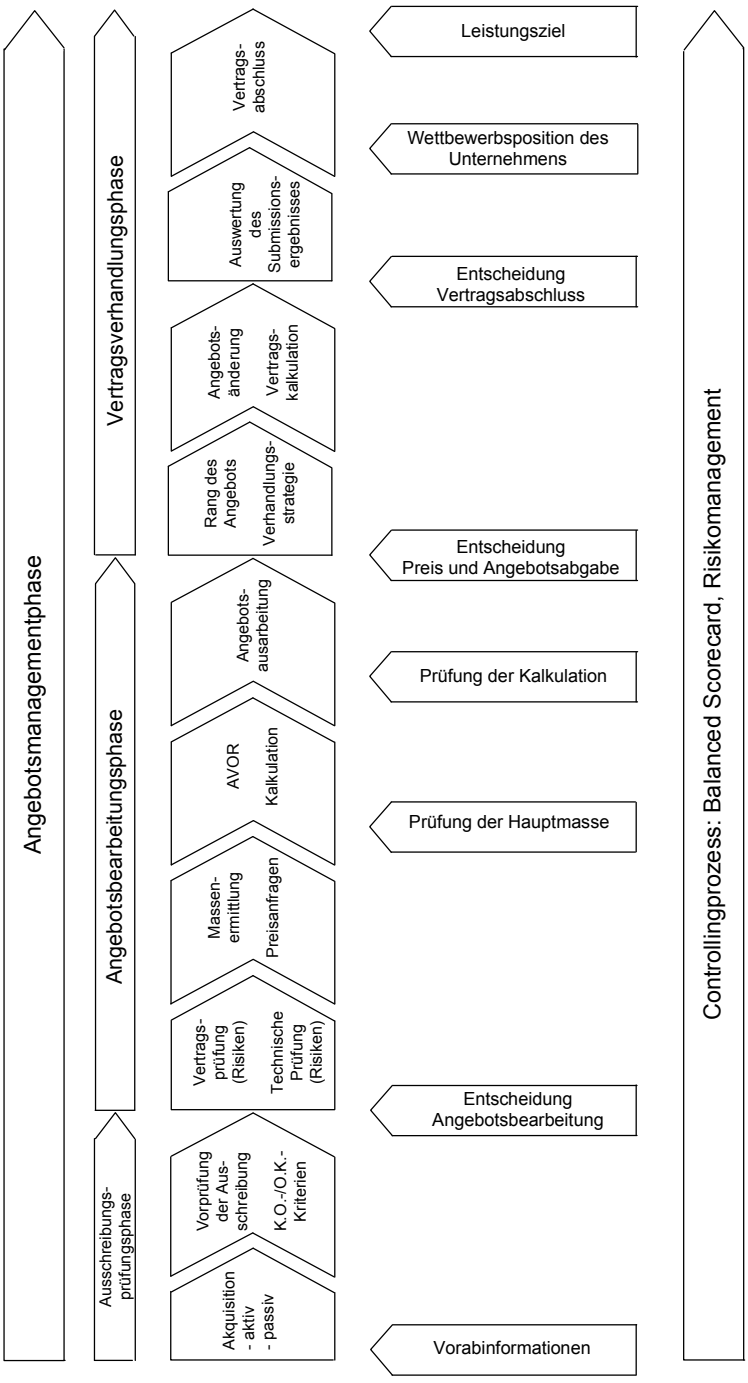


Abb. 2.10: Phasen und Meilensteine des Angebotsmanagements [8]

Ausführungsmanagement
Fast jedes Bauwerk besitzt Unikatcharakter und ist gekennzeichnet durch:

- Errichtung am Ort der Nutzung und damit individuelle topografische, geologische, verkehrstechnische und nachbarliche Bedingungen
- individuelle Architektur, Baustoffkombination und Konstruktion
- regionale Bau- und Umweltgesetze
- individuelle Vertragsgestaltung, Bauherrenorganisation und Projektabwicklungsform

Diese Charakteristik beeinflusst und gestaltet den Bauproduktionsprozess, der daher für jedes Bauwerk individuell geplant werden muss, um eine technisch wie ökonomisch optimale Abwicklung zu erreichen. Dies unterscheidet den Bauwerkserstellungsprozess von fast allen anderen Produktionsprozessen in stationären Produktionsanlagen mit Massen- und kundenindividuellen Produkten. Kein individuelles Industrieprodukt hat im Verlauf der Transaktion von der Planung bis zur Herstellung so ausgeprägte Charakteristiken in Bezug auf [11]:

- Integrativitätsgrad
- Interaktionsgrad
- Individualitätsgrad
- Immaterialitätsgrad

Das bedeutet, dass der Bauherr in fast allen Phasen des Bauwerkserstellungsprozesses seine individuellen Bedürfnisse und Vorstellungen in den Prozess integrieren möchte. Dies ist nur durch eine starke Interaktion möglich. Bei einem individuellen Industrieprodukt spezifiziert der Besteller seine technischen sowie Qualitäts- und Leistungsanforderungen und überlässt dem Hersteller die Gestaltung und Produktion des Produkts, ohne sich um die Details zu kümmern. Bei einem Bauwerk jedoch müssen die individuellen Wünsche des Bauherrn von der funktionalen und architektonischen Gestaltung bis zur Auswahl der Farben für den Aussenputz oder Form und Grösse der Keramikplatten im Verlauf des Bauwerkserstellungsprozesses interaktiv zwischen Bauherr, Architekt und Bauunternehmer integriert werden. Jede im Leistungsverzeichnis ausgeschriebene Bauleistung hat in gewissem Umfang immer noch einen relativ hohen Immaterialitätsgrad. Diese Besonderheit muss ein Bauunternehmen im Rahmen des Ausführungsmanagements besonders berücksichtigen, um die Bauausführung zu einer Erfolgsstory für sich werden zu lassen. Als Er-

folgsstory wird in den Bauunternehmen und im Besonderen von den Baustellenchefs nur der finanziell erfolgreiche Abschluss der Baustelle verstanden, der bei weniger kundenorientierten Leistungsanbietern durch möglichst viele Nachträge erreicht wird. Eine erfolgreiche Abwicklung einer Baustelle muss heute umfassender als Key Account Management und Bauproduktionsprozessmanagement verstanden werden. Dabei sind als Erfolgsdeterminanten zu definieren:

- Die finanziell erfolgreiche Abwicklung der Baustelle
- Die Einbindung des Bauherrn und der Bauherrenvertreter in den Bauwerkserstellungsprozess durch regelmässige Information über Ablauf, Termine und Qualität, ohne jedoch die Kompetenz hinsichtlich des Bauproduktionsprozesses zu teilen
- Konstruktive und faire Problemlösungsstrategien sowie problemorientiertes und faires Nachtragsmanagement

Jeder Baustellenchef muss sich als Bauproduktions- und Key Account Manager verstehen. Dies ist eine sehr komplexe Aufgabe, die weit über die rein technische Kompetenz hinausgeht und ein hohes Mass an sozialer Kompetenz verlangt. Nur ein zufriedener, fair und kompetent bedienter Kunde wird mit dem Bauunternehmen in Zukunft wieder zusammenarbeiten oder es weiterempfehlen. Damit ist der Baustellenchef auch für die Kundenbindung verantwortlich, da er die Baumanager und Entscheidungsträger des Kunden persönlich kennen lernt. Bei entsprechender Kompetenz wird der Kunde diesen Kontakt nutzen, um das Bauunternehmen frühzeitig, z.B. beratend, bei neuen Projekten einzubinden.

Daher ist neben der kompetenten, technischen Ausführungsvorbereitung und der Durchführung des Bauproduktionsprozesses der Aufbau einer systematischen, regelmässigen, institutionalisierten Kommunikation zum Bauherrn ein Schlüssel zum Erfolg. Dies verlangt vom Baustellenchef eine starke, offene und flexible Persönlichkeit, die die Interessen des Unternehmens mit Kompetenz umsetzt, die dazugehörigen Massnahmen kommuniziert und trotzdem für die Fragen und Bedürfnisse des Bauherrn offen ist.

Das Ausführungsmanagement eines Bauunternehmens umfasst die Phasen der Ausführungsvorbereitung, des Ablaufs der Bauausführung und der Übergabe bzw. Inbetriebnahme. Die umfassende Planung der Vorbereitung ist der Grundstein für einen technisch und finanziell erfolgreichen Ablauf der Bauausführung. Sie baut auf einer soliden und robusten Angebotsbearbeitung und der daraus resultierenden Angebots- und Auftragskalkulation auf.

Die Schlüsselelemente einer erfolgreichen Ausführungsvorbereitung sind:

- Vertragskontrolle nach Auftragserteilung
- Baustellenbegehung
- Erstellung einer Arbeitskalkulation als Basis der Baustellensteuerung und der Vergabe von Subunternehmeraufträgen
- Planung des Bauproduktionsprozesses mit Festlegung der Bauverfahren sowie der erforderlichen Geräte, Bauhilfsstoffe und Leistungsvorgaben
- Entwicklung des Projektorganisations- und Kommunikationskonzepts
- detaillierter Termin- und Ressourcenplan für Personal, Geräte, Bauhilfsstoffe, Materialien gemäss den zeitlich veränderlichen Anforderungen des Bauproduktionsprozesses
- Planung der Baustellen- und Sicherheitseinrichtungen gemäss den aufgabenorientierten, zeitlich veränderlichen Anforderungen des Bauproduktionsprozesses
- Erstellung eines Projektqualitätshandbuchs auf der Basis des betrieblichen Qualitätsmanagementsystems

Die Planungsvorgaben der Ausführungsvorbereitung müssen dann situativ flexibel in den Bauproduktionsprozess vor Ort, d.h. am Ort der Entstehung des Bauwerks, umgesetzt werden. „Situativ flexibel“ bedeutet, dass eine noch so gute Bauproduktionsplanung stetige Anpassungen vor Ort verlangt, bedingt durch Wetterverhältnisse, Differenzen zwischen prognostizierten und realen geologischen und hydrologischen Bedingungen, Differenzen zwischen prognostizierten und realen Leistungen etc. Die Schlüsselelemente einer erfolgreichen Bauausführung, die auf einer soliden Ausführungsvorbereitung aufbaut, sind:

- Aufbau einer den Aufgaben und den zeitlichen Phasen der Baustelle angepassten Organisation
- Zügige Erstellung der Baustelleninstallation sowie technische und zeitliche Anpassung an die Anforderungen des Bauproduktionsprozesses
- Wahl der optimalen Bauverfahrenstechnik für die jeweilige Aufgabe und kontinuierliche Verbesserung der Abläufe des Leistungserstellungsprozesses
- Kontinuierliche Sicherstellung und Überprüfung der Qualität und Arbeitssicherheit

- Optimal geplante und situativ angepasste Logistik
- Wöchentliche Arbeitsprogramme und monatliche Leistungskontrolle
- Sicherstellung der offenen Kommunikation mit dem Bauherrn, Dritten, der Baustellenführung und Baustellenmitarbeitern sowie Subunternehmern durch Routinebesprechungen und informelle Kontakte
- Systematische monatliche Termin-, Leistungs- und Kostenkontrolle sowie Steuerungsmassnahmen zur Zielerreichung bzw. -verbesserung
- Systematisches und faires Änderungs- und Nachtragsmanagement
- Regelmässige Rechnungsstellung
- Mängelfreie Übergabe des Bauwerks

Das Ausführungsmanagement gliedert sich in die in Abb. 2.11 dargestellten Prozessphasen mit den dazugehörigen Meilensteinen.

Der Bauproduktionsprozess dient zur Materialisierung der Planung in das Leistungsergebnis und wird wie folgt gegliedert (Abb. 2.12):

- Hauptprozesse
- Modulprozesse
- Elementarprozesse
- Tätigkeiten

Die Hauptprozesse des Bauproduktionsprozesses beinhalten die Abwicklung der Baugrube, des Rohbaus, der HKL+E-Montage sowie des inneren und äusseren Ausbaus des Bauwerks und lassen sich weitgehend nach Werkgruppen gliedern.

Die Modulprozesse eines Hauptprozesses beinhalten z.B. die bei der Fertigung des Rohbaus aus einer Stahlbetonkonstruktion zu erstellenden Fundamente, Wände, Stützen und Decken etc.
Die Elementarprozesse gliedern die Modulprozesse (Bauteilherstellung) z.B. in die Prozesse Schalen, Bewehren und Betonieren.

Die Tätigkeiten untergliedern die Elementarprozesse. Die Tätigkeiten Herstellen bzw. Zusammenbau der Schalung sowie Ein- und Ausschalen gehören zum Elementarprozess Schalen. Die Tätigkeiten Bewehrung biegen, transportieren und verlegen gehören zum Elementarprozess Bewehren.

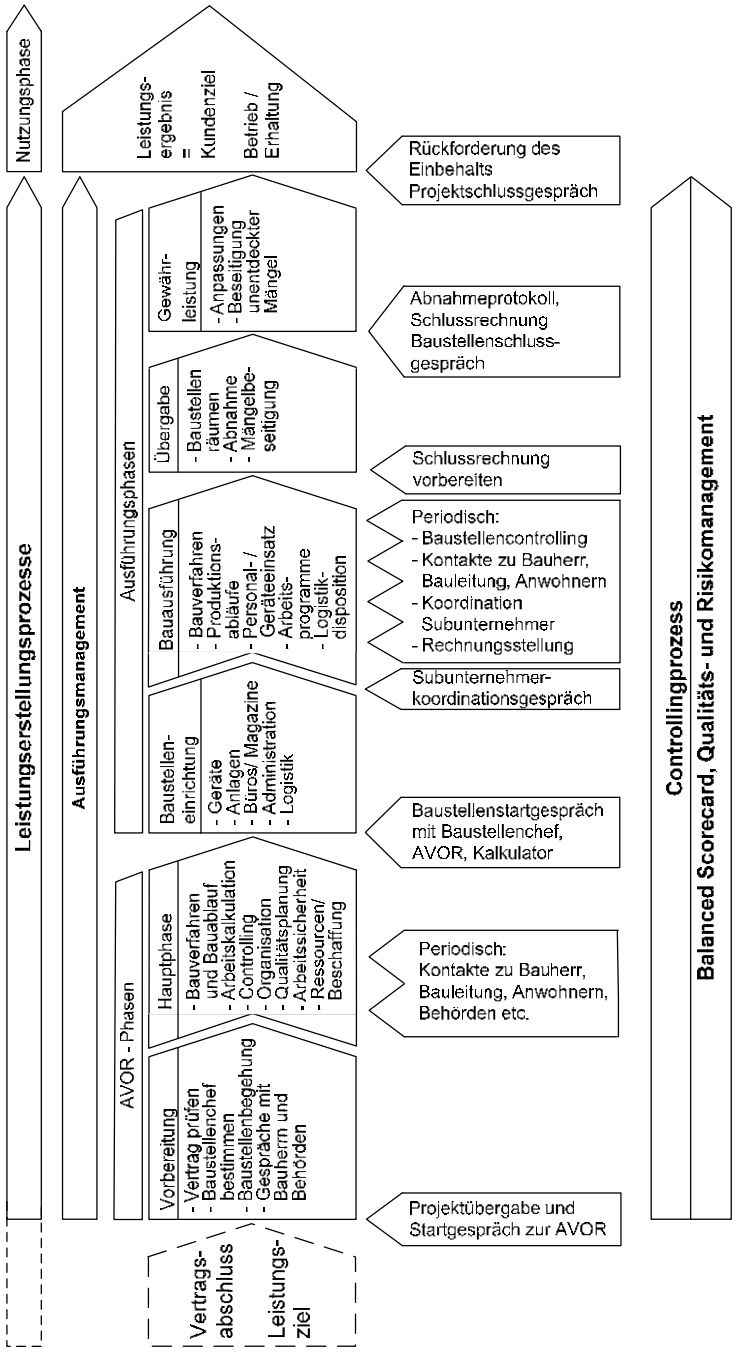


Abb. 2.11: Phasen und Meilensteine des Ausführungsmanagements [8]

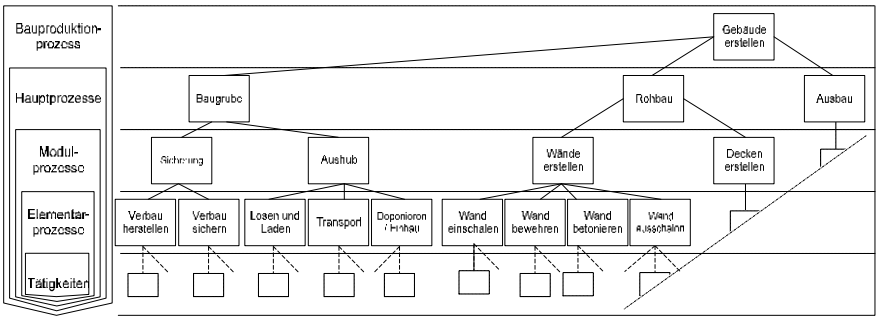


Abb. 2.12: Prozesshierarchie in der Bauproduktion

Die Bauwerkserstellungsprozesse und Unternehmensprozesse interagieren. Je nach Projektabwicklungsform und Phase innerhalb des Bauwerkserstellungsprozesses sind verschiedenste Leistungsanbieter (Planer bzw. Unternehmer) involviert. Die Leistungserstellung für das Projekt erfolgt in den jeweiligen Unternehmen (Planungsbüro, Bauunternehmen) bzw. durch das jeweilige Unternehmen. Die interagierenden Prozesse sowie die projektabwicklungsspezifischen Probleme werden in den einzelnen Projektabwicklungsformen dargestellt.

Deutlich wird damit, dass der Projektprozess je nach Projektabwicklungsform durch eine Vielzahl von Unternehmensprozessen umgesetzt wird. Die eigentliche Leistungserstellung in der Planungs- und Ausführungsphase erfolgt also in den verschiedenen Unternehmen mit unterschiedlichen

- Wertvorstellungen,
- Kundenzielen,
- Erfolgszielen,
- Leistungserstellungs- und Supportprozessen.

Dadurch wird aufgezeigt, wie komplex die Projektprozesse sind und wie schwierig es für einen schwachen Partner des Bauherrn ist, die Projektprozesse mit der Leistungserstellung durch eine Vielzahl von Unternehmern zu steuern. Die Wertschöpfung bzw. Leistungserstellung für das Gesamtprojekt sowie für die Gewerke erfolgt in den Unternehmen.

Die Projektphasen stellen somit nur einen generischen Ablauf von logischen oder interaktiven Aktivitäten dar. Daher ist es für alle Projektbeteiligten wichtig, die Projektphasen und die interagierenden Geschäftsprozesse der beteiligten Unternehmen zu kennen und in die Bewertung für die Entscheidung der optimalen projektspezifischen Projektabwicklungsform einfliessen zu lassen.

3 Projektmanagement und Bauherrenberatung

Ein Bauprojekt kann vereinfacht charakterisiert werden durch [12]:

- Funktionalität
- Architektur
- Sicherheit
- Qualität
- Umwelteinflüsse
- Kosten
- Termine

Während Bauherren in der Regel die gestalterischen Rahmenbedingungen und die Funktionalität in einem frühen Projektstadium vorgeben, sind Kosten und Termine von Bauprojekten – zumindest im Rahmen traditioneller Planungs- und Bauweisen – abgeleitete Ergebnisgrössen. Zur Erreichung dieser Bauprojektcharakteristik setzen sich die Bauherrenziele aus der Kombination folgender nachhaltiger Zielgrössen zusammen:

- Anspruchsvolle Architektur mit hohem Qualitätsstandard, die das kulturelle Umfeld prägt und diesem gerecht wird
- Optimierte Bau- und Betriebskosten, die zu einer längerfristigen hohen Rendite der Immobilie bzw. baulichen Anlage führen (Life-Cycle-Orientierung)
- Kurze Bauzeit
- Minimierung des Investitionsrisikos durch frühzeitige Sicherstellung der Investitions- und Nutzungskosten sowie des Fertigstellungstermins

G. Girmscheid, *Projektabwicklung in der Bauwirtschaft,* DOI 10.1007/978-3-642-14385-4_3,
© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2010

- Flexible Nutzungsänderung des Bauwerks während der Lebensphase durch Trennung in Trag-, Nutzungs- und Versorgungs- / Entsorgungsstruktur
- Hohe und langfristige Werterhaltung durch richtige Standortwahl und dauerhafte, anpassungsfähige Struktur

Grundsätzlich können diese Zielgrössen nicht getrennt betrachtet werden. So sind die längerfristigen betriebswirtschaftlichen Zielgrössen Werterhaltung und Rendite abhängige Grössen, die von den unabhängigen Grössen langfristig nachvollziehbare Qualität der Architektur, optimierte Bau- und Betriebskosten sowie Nutzungsflexibilität abhängen. Diese unabhängigen Grössen beeinflussen somit die Attraktivität der baulichen Anlage für den Kunden des Bauherrn und indirekt z. B. die Vermietbarkeit.

3.1 Anforderungen an das Projektmanagement

Die Zielerreichung bei Bauprojekten ist in erheblichem Mass durch die Projektbeteiligten gestaltbar. Die Werkzeuge für eine solche Gestaltung sind das Projektmanagement, die Projektabwicklungsform und die Projektorganisation. Man kann Projektmanagement (Abb. 3.1) definieren als die

„Gesamtheit von Führungsaufgaben, -organisation, -techniken und -mitteln für die Abwicklung eines Projekts“

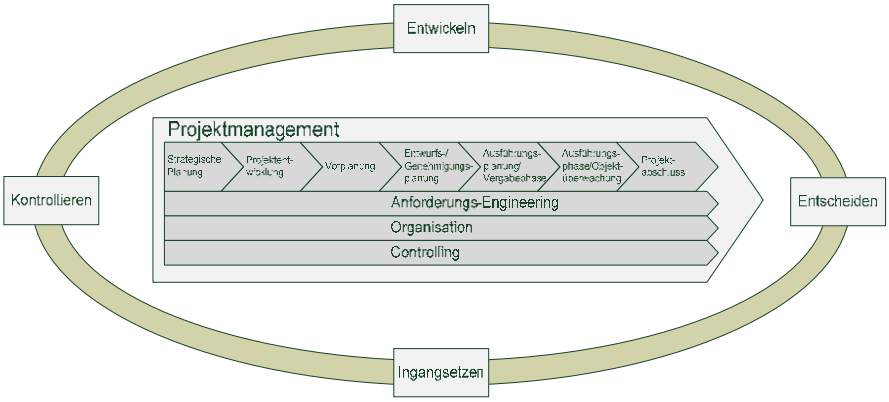


Abb. 3.1: Anforderungs-Engineering im Projektmanagement

Das Projektmanagement dient dazu, das Projekt mit und für den Kunden über alle immateriellen Projektphasen bis hin zur Realisierung und Betriebsübergabe ziel- und ergebnisorientiert zu entwickeln. Die Aufgabe des Projektmanagements besteht in der Führung und Steuerung von zeitlich begrenzten Organisationen und Aufgaben mit unikatem Charakter. Die Organisationen und Aufgaben haben mono- oder multivariante Zielvorgaben.

Der theoretische Rahmen dieser Führungs- und Steuerungsaufgaben ist durch folgende Axiome begründet:

1. Axiom: Gliederung und Zerlegung einer Gesamtaufgabe bzw. eines Gesamtprozesses in generisch-logische, fachspezifische, steuerbare Phasen und Teilprozesse (Modul-/Elementarprozesse und Aufgaben / Tätigkeiten. Zur Erzielung der Projektziele und Wertgenerierung werden folgende Methoden angewendet:

- Komposition der Hauptziele und Gesamtaufgabe sowie des Gesamtprozesses
- Dekomposition - Differentiation /Division des Gesamtprozesses in generische Phasen, Teilprozesse und fachspezifische Aufgaben
- Rekomposition - Integration der Teilprozesse und Teilaufgaben zu einem ganzheitlichen Ergebnis. Dies muss einhergehen unter einer Gesamtprozessverantwortung.

2. Axiom: Koordination des Transformationsprozesses mit allen Teilprozessen und Aufgaben in allen Phasen zur Sicherstellung der Haupt- und Teilziele

3. Axiom: Sicherstellung des mehrdimensionalen Informationsflusses zwischen

- den generischen Phasen und Prozessen,
- den abhängigen Akteuren und
- den Zielgebenden und Zielumsetzenden sowie Dritten zur Erzielung des Transformationsprozesses.

Dazu werden verschiedenste Prozesssteuerungs- und Bewertungstools/-werkzeuge verwendet.

4. Axiom: Projektmanagement muss Annahmen treffen und bewerten, die mit Unsicherheiten behaftet sind, weil sie in der Zukunft liegen und nur bedingt aus Erfahrungen und Informationen der Vergangenheit abgeleitet werden können.

5. Axiom: Informationen und Informationsveränderungen müssen permanent auf möglichen Zieleinfluss beurteilt und auf die Ziele abgestimmt werden.

6. Axiom: Das Projektmanagement zur Steuerung und Führung wirtschaftlicher Prozesse kann folgende ökonomische Prinzipien verfolgen:

- Ökonomisches Optimierungsprinzip bei Aufgaben mit Optimierungspotenzial mit den Variablen
  - Nutzungsanforderungen
  - Systemanforderungen
  - Zeit
  - Kosten
  - Erlöse

  zur Erzielung eines Renditemaximums über einen Lebenszyklus.
- Ökonomisches Minimalprinzip zur Erzielung eines definierten Ergebnisses zu minimalen Kosten
- Ökonomisches Maximalprinzip zur Erzielung des höchsten Handlungserfolgs zu festen Kosten / Rendite etc.

Somit besteht die Aufgabe des Projektmanagements darin, die Ziele des Bauherrn durch Beraten, Planen, Ingangsetzen, Kontrollieren und Steuern zu realisieren (Abb. 3.2). Dabei sind der Ziel- und Anforderungsentwicklungsprozess sowie die phasengerechte Konkretisierung mit den notwendigen Steuerungs-, Entscheidungs- und Controllinginstrumenten von besonderer Bedeutung. Dabei muss das Projektmanagement die Projektorganisation phasengerecht weiterentwickeln, um die kompetentesten Planer und Unternehmer für die Zielerreichung einzubinden. Ferner muss eine effiziente Informations- und Kommunkationsplattform etabliert werden, um phasengerecht allen Beteiligten mit den richtigen Informationen zum richtigen Zeitpunkt zu versorgen. Damit werden Fehler verhindert, Risiken minimiert sowie Kosten reduziert und die Wertschöpfung erhöht. Das Projektmanagement benötigt dazu verschiedene Instrumente, um diese Aufgaben durchzuführen und Entscheidungen zu fällen.

Zu den Entscheidungsinstrumenten gehören u.a. (Abb. 3.1):

- Ziel- und Anforderungs-Engineering
- Auswahlmethoden zur optimalen Projektabwicklungsform
- Rendite- und Kostensteuerungsinstrumente
- LC-Bewertungsinstrumente
- Terminplanungs- und Terminsteuerungsinstrumente
- Wissensmanagement, Informations- und Kommunikationsinstrumente
- Rapporting- und Dokumentationsinstrumente

Professionelles Projektmanagement wirkt sich besonders auf Kosten und Zeit aus. Es erlaubt, Projekte schneller und risikoärmer abzuwickeln. Die Vermeidung mangelhafter Vorabklärungen, Spezifikationen und Verträge, fehlerhafter Abstimmungen und nachträglicher Planungs- und Qualitätsänderungen führt zu einer erheblichen Kostensicherheit. Präzise bzw. ergebnisorientierte Ausschreibungsunterlagen erlauben eine schnelle und reibungslose Bauausführung und ermöglichen dem Unternehmer, mit geringeren Risikozuschlägen zu rechnen.

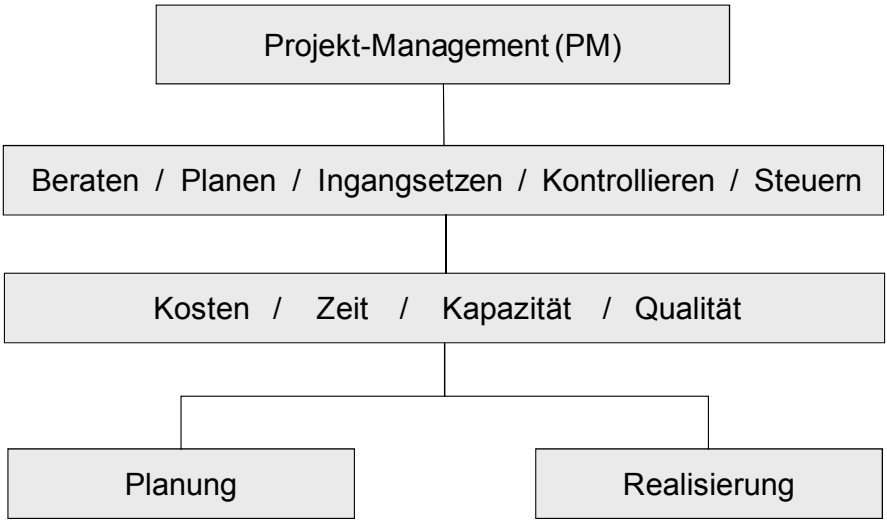


Abb. 3.2: Projektmanagement als Führungsaufgabe

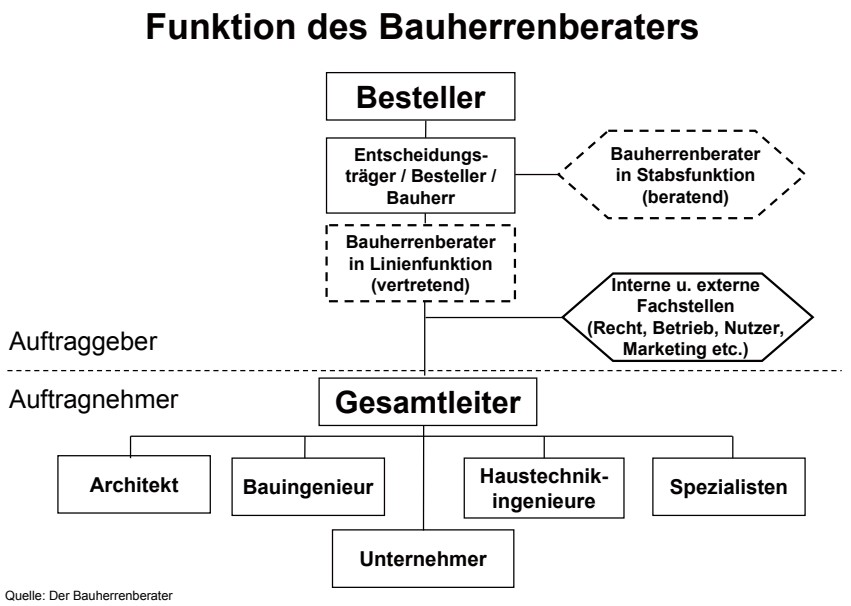


Abb. 3.3: Bauherrenberater in Stabs- bzw. Linienfunktion [13]

Daneben ist es eine der wichtigsten Aufgaben des Projektmanagers / Beraters [13] im Projektmanagement, den Bauherrn frühzeitig bezüglich der projektspezifisch angepassten Projektabwicklungsform zu beraten. Auch hier gilt der gleiche Grundsatz wie in den Unternehmen: Falsche strategische Entscheidungen in Bezug auf die Projektabwicklungsform können auch durch noch so gute operative Massnahmen des Projektmanagements während der Projektabwicklung nicht mehr ausgeglichen werden. Dieser kundenorientierte Ansatz, den Bauherrn objektiv zu seinem Nutzen zu beraten, wird von den Architekten, Ingenieuren und Unternehmen bis heute noch sehr unzureichend wahrgenommen. Professionelle Bauherrenberater [13] unterstützen heute vermehrt professionelle Bauherren, die aufgrund ihrer Kernaufgaben nur schlanke Bau- und Immobilienabteilungen aufrechterhalten, in der Konzeptphase und den gesamten Bauprojektphasen; dies gilt für alle Projektabwicklungsformen. Wenn Planungs- und Bauaufträge, die eine gewisse Summe überschreiten, öffentlich ausgeschrieben werden müssen, können diese Bauherrenberater besonders kleinere Gemeinden, die über keine professionelle Bauabteilung verfügen, bei der Formulierung der Ausschreibung, aber auch bei der Selektion der Planer und ausführenden Unternehmen unterstützen. Die Bauherrenberater können auf Bauherrenseite in Stabsfunktion (beratend) oder in Linienfunktion (vertretend) tätig werden (Abb. 3.3).

In der Gesamtbilanz lassen sich durch professionelles Projektmanagement Kostenvorteile von 10 bis 15 % der Investitionskosten erreichen; dem stehen Mehrkosten von 3 bis 6 % gegenüber. Das Kosten-Nutzen-Verhältnis ist also etwa 1:3, die Investition in ein professionelles Projektmanagement ist somit sehr lohnend.

3.2 Anforderungs-Engineering – Ziel- und Anforderungsermittlung zur sicheren Projektergebnis-Steuerung

3.2.1 Einleitung

Zur sicheren, kundenorientierten Unterstützung der Zielerreichung des Bauherrn, Investors und Nutzers ist heute ein klares, systematisches, systemübergreifendes, interaktiv strukturiertes Anforderungsmanagement erforderlich.

Dieses Anforderungsmanagement zur Konkretisierung der Zielfindung des Bauherrn / Investors sollte, je nach gewählter Projektabwicklungsform, vom Bauherrenberater, Architekten, Totalunternehmer oder Construction Manager wahrgenommen werden.

Anforderungsmanagement hat einen besonders hohen Stellenwert für den Bauherrn, wenn er den Bauauftrag in einer sehr frühen Phase vergibt. Wird ein solcher Vertrag sehr früh abgeschlossen, so bestehen für den Bauherrn hohe Unsicherheiten bezüglich des Erreichens seiner Ziele (Abb. 2.4). Das kann beispielsweise darin begründet sein, dass er meist noch nicht alle Anforderungen für die weitere Detaillierung kennt, weil z. B. noch nicht alle zukünftigen Nutzer des Bauobjekts feststehen.

Die Herausforderung für erfolgreiche Bauherrenberater und/oder Gesamtleistungsanbieter (TU oder Systemanbieter) besteht darin, während den verschiedenen Projektphasen ein „Anforderungsmanagement“ zu institutionalisieren. Das Anforderungsmanagement gliedert sich in (Abb. 3.4):

- Investoranforderungen
- Nutzeranforderungen

Daraus werden innerhalb festgesetzter Kosten-Nutzen-Vorgaben die Systemanforderungen an die Architekturqualität, Funktion, Technik, Konstruktion, Flexibilität und Variabilität abgeleitet.

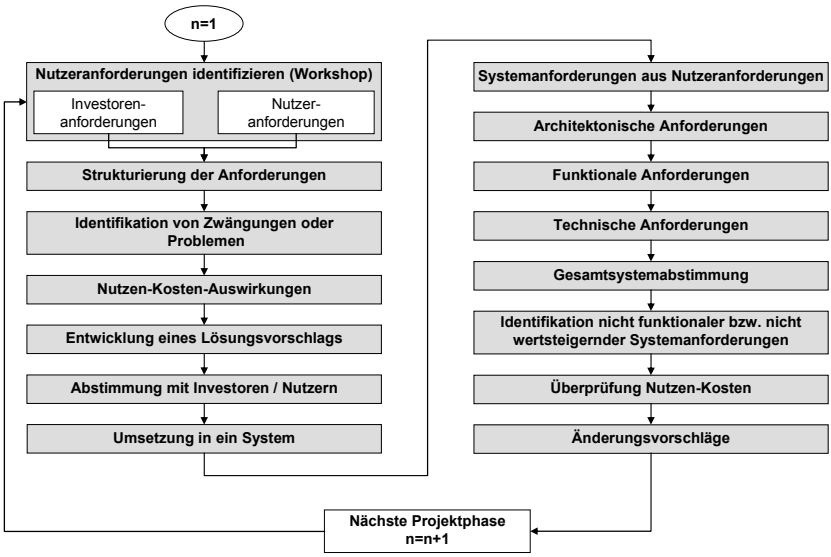


Abb. 3.4: Anforderungsmanagement – Nutzer- und Systemanforderungen

In einem ersten Schritt ist es erforderlich, die Investoren- und Nutzeranforderungen abzustimmen. Diese Abstimmung muss interaktiv erfolgen und kann wie folgt gegliedert werden:

- Die für die Nutzungsphase notwendigen operativen Erfordernisse „must to have“ müssen herausgefiltert werden.
- Die erforderlichen Nutzungsänderungsvarianten und deren Auswirkung auf die funktionale Gestaltung müssen ermittelt bzw. antizipiert werden.
- Die Anforderungen „nice to have“ sowie deren materieller und/oder immaterieller Nutzen müssen identifiziert werden.

Der Bauherrenberater sowie Gesamtleistungs- bzw. Systemanbieter muss diese Anforderungen hinsichtlich der Kosten und des Nutzens über den Lebenszyklus des Bauobjekts bewerten. Das Anforderungsmanagement muss in den weitgehend immateriellen Projektphasen mit fortschreitendem Detaillierungs- und Konkretisierungsgrad interaktiv systematisch durchgeführt werden.

Ein solches interaktives und integratives Anforderungsmanagement folgt dem Konzept „design to cost“ bzw. der Kosten-Nutzen-Relation. Daher muss der Lebenszyklus-Gesamtleistungs- bzw. Systemanbieter die Fähigkeit haben, sowohl die Kosten transparent aufzuzeigen (open books),

als auch die marktseitigen Auswirkungen der Anforderungen auf die Attraktivität der Immobilie und die damit verbundene Kosten-Nutzen-Relation zu ermitteln.

Aufbauend auf den nutzerorientierten Anforderungen müssen die Auswirkungen auf die Architektur, Funktionalität und Technik des Bauobjekts ermittelt, permanent erfasst und angepasst werden. Dieses Konzept (Abb. 3.5) durchbricht die oft statische Vorstellung, dass alle Anforderungen in der Konzeptphase endgültig determiniert werden können. Die Praxis zeigt, dass dies in der Regel nicht zutrifft und die meisten Konflikte der „Partnerschaften“ bei traditionellen Projektabwicklungsformen ihren Ursprung in dieser statischen Haltung der Stakeholder (Bauherr, Planer, Unternehmer) haben.

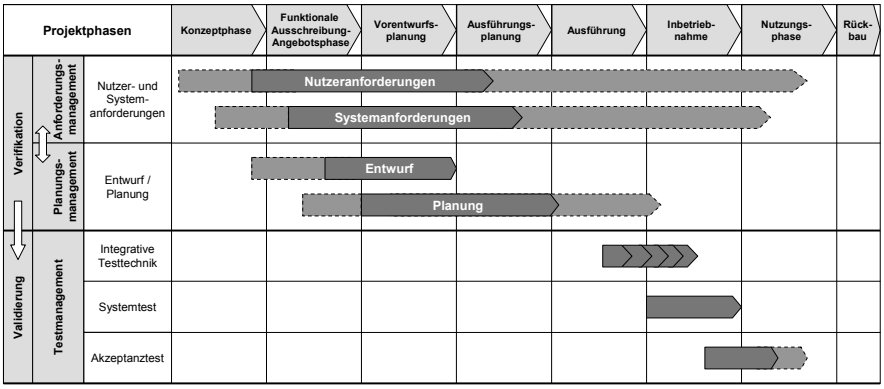


Abb. 3.5: Interaktion von Anforderungs- und Planungsmanagement sowie der Verifikation und Systemvalidierung

Daher ist es besonders für Projektabwicklungsformen mit Gesamt- bzw. Systemleistungen unabdingbar, dass die Leistungsanbieter ein dynamisches, interaktives und integratives Anforderungsmanagement entwickeln und dieses systematisch durchführen. Nur so lassen sich Partnerschaften entwickeln, die die Unsicherheiten des Bauprojektprozesses durch Offenheit für beide Partner weitgehend von Spekulationen befreien.

Zur Durchführung des Anforderungsmanagements eignen sich in den verschiedenen Projektphasen Workshops, in denen nicht nur die formalen Fakten diskutiert werden, sondern auch das Problemlösungsverhalten der Partner gestärkt wird.

Die heutigen Kunden der Bauwirtschaft erwarten nach ihrer Investitionsentscheidung eine zielorientierte, beschleunigte Realisierung „time to market“ ihrer Bauprojekte durch kompetente Leistungsanbieter. Dies ist

besonders erforderlich bei TU- und Systemanbietern mit Lebenszyklusleitungsangeboten, aber auch bei Bauherrnberatern, Architekten, Projektsteuerern und Projektmanagern. Die Bauherren und Investoren erwarten von kompetenten Leistungsanbietern der Bauwirtschaft, dass ihre Ziele auf die Anforderungen des Bauprojektes generisch, systematisch, schnell und optimal umgesetzt werden.

Die Umsetzung der Ziele in Anforderungen muss in den Projektphasen mit der Steigerung der Planungstiefe immer detaillierter erfolgen. Dabei muss die Umsetzung in detaillierte Anforderungen immer wieder generisch kybernetisch auf die Projektziele hin überprüft werden. Bei Abweichungen von den Projektzielen müssen diese korrigiert werden, bevor in die nächste Projektphase übergegangen wird.

Das kybernetische, generische Anforderungs-Engineering gliedert sich in den Ziel- und Anforderungsentwicklungsprozess sowie in das Zielerreichungs-Controlling mittels projektspezifischer Key-Performance-Indikatoren. Das Anforderungs-Engineering ist in das Projektmanagement mit Anforderungs-, Planungs-, Kostensteuerungs- und Ausführungsmanagement eingebunden.

Das Anforderungs-Engineering ist untrennbar mit der holistischen, kybernetischen Renditen- und Kostensteuerung von Bauprojekten, wie sie im nächsten Hauptkapitel vorgestellt wird, verbunden. Die Ziel- und Anforderungssteuerung muss mit projektspezifischen Key-Performance-Indikatoren (KPI) gesteuert werden. Diese KPI müssen zur Umsetzung dieser Ziele projektspezifisch auf die Anforderungen festgelegt werden.

Dies führt letztlich zu einer beschleunigten zielorientierten Realisierung der Bauprojekte und zu einer erhöhten Ergebniszufriedenheit der Kunden.

3.2.2 Projektspezifisches Anforderungs-Engineering-Prozessmodell

Das Anforderungs-Engineering beginnt mit der Beratung zur Entwicklung der Kundenziele im Rahmen einer strategischen Planung. Diese strategische Planung kann erfolgen bei:

- Investoren – im Rahmen ihrer Portfoliostrategie der Verkaufs- und Vermietungsanforderungen
- Eigennutzern – im Rahmen ihrer Eigennutzungsanforderungen

In dieser strategischen Planungsphase muss der Bauherr und Investor kompetent bei der Zieldefinition unterstützt werden. Diese Zieldefinition ist dadurch so komplex, da sie bis zur Realisierung bzw. Fertigstellung weitgehend immateriell bleibt und einen Lebenszyklus von 30–50 Jahren umfasst. In diesem Lebenszyklus von z. B. 30 Jahren muss die Investition ihre Rendite

$$Rendite = \frac{Ertrag - Aufwand}{eingesetztes\,Kapital}\,[\%]$$

erbringen. Dies ist aber nur bei gleichzeitiger Werterhaltung möglich.

Der konzeptualisierte Prozess des Anforderungsmanagements ist in Abb. 3.6 bis Abb. 3.8 dargestellt.

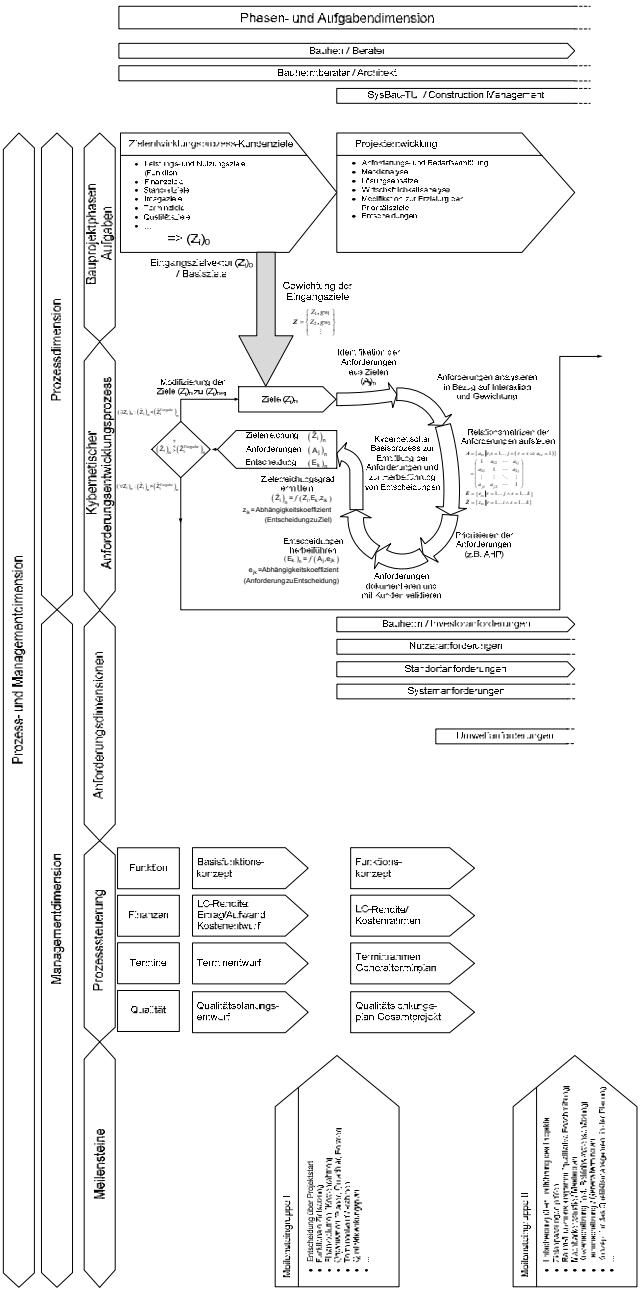


Abb. 3.6: Ziel- und Projektentwicklungsphase – Holistischer, kybernetischer Anforderungs-Engineering-Prozess – Zielfindungs-, Anforderungsermittlungs- und Entscheidungsprozess

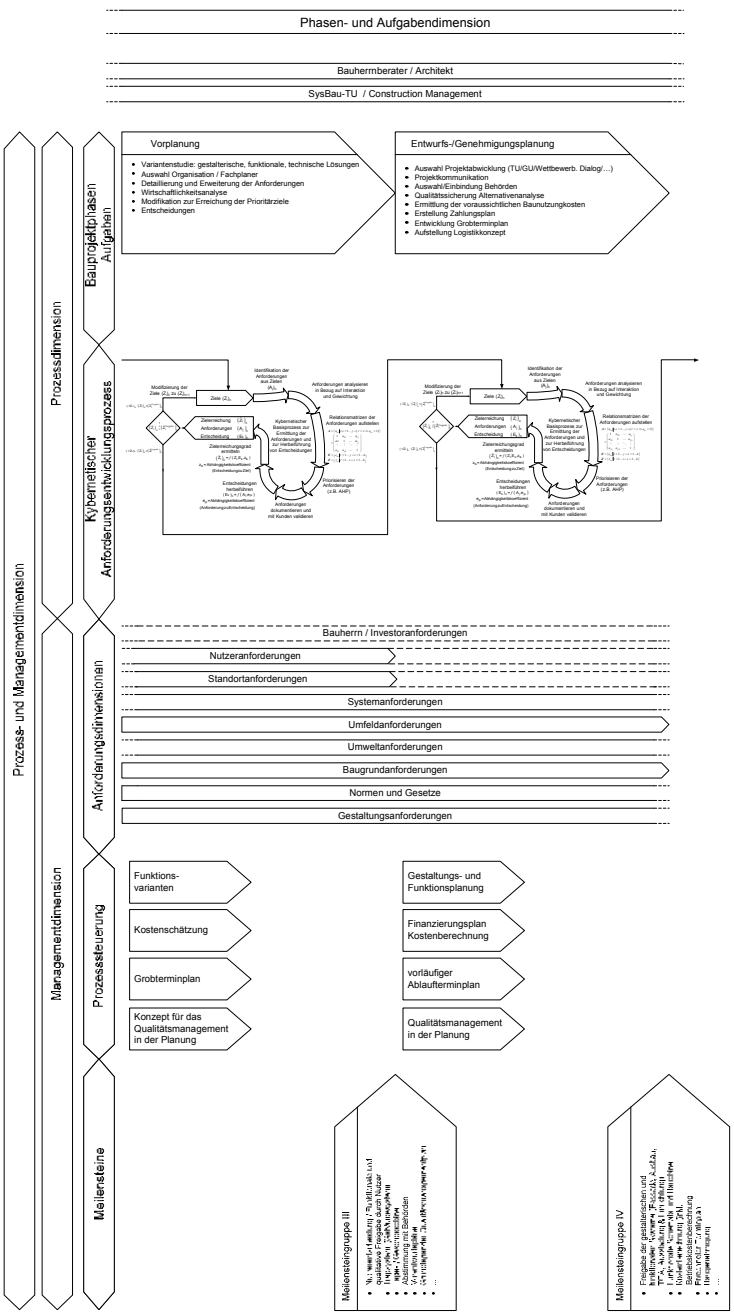


Abb. 3.7: Vorplanungs- und Genehmigungsphase – Holistischer, kybernetischer Anforderungs-Engineering-Prozess – Zielfindungs-, Anforderungsermittlungs- und Entscheidungsprozess

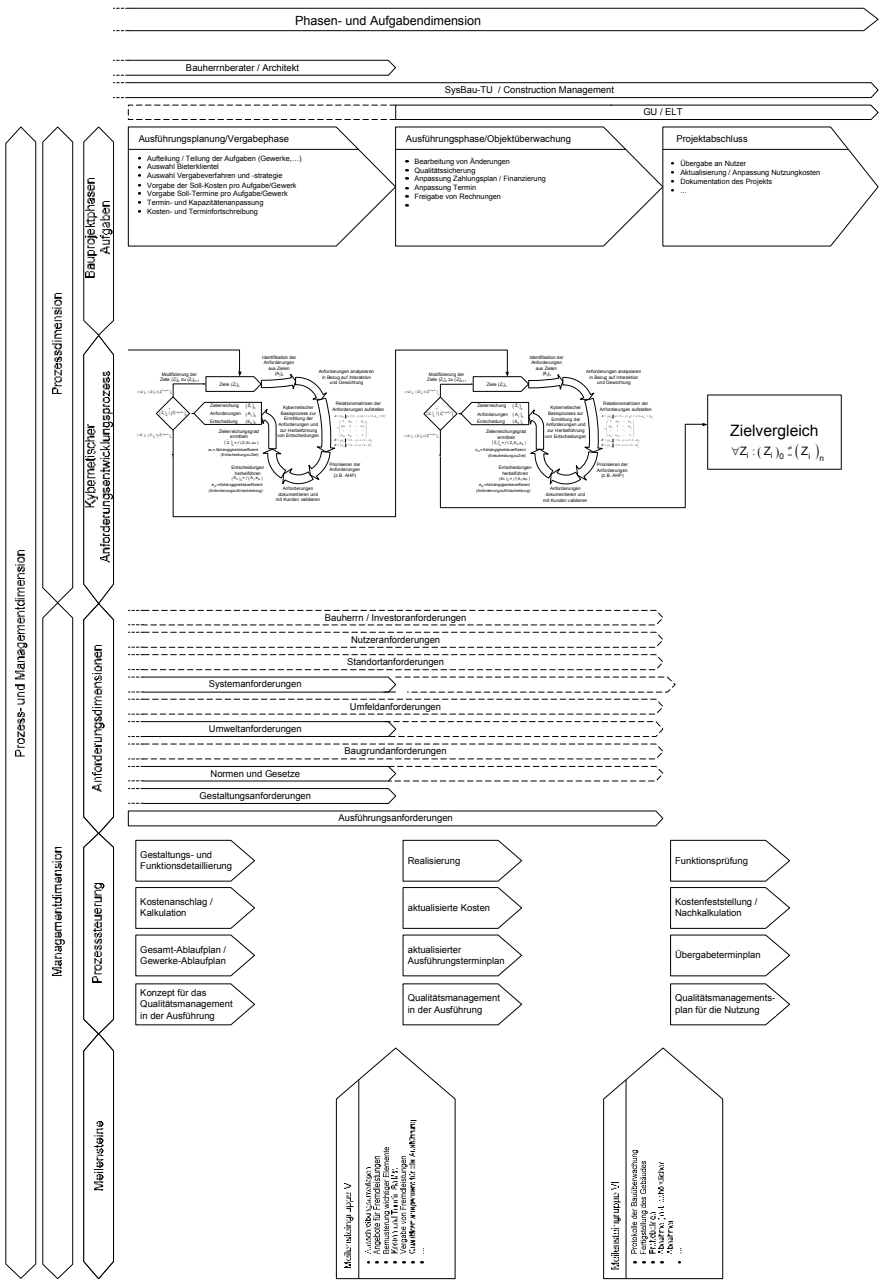


Abb. 3.8: Ausführungsplanungs- und Ausführungsphase – holistischer, kybernetischer Anforderungs-Engineering-Prozess – Zielfindungs-, Anforderungsermittlungs- und Entscheidungsprozess

Dieser Anforderung-Engineering-Prozess begleitet und steuert die aufeinanderfolgenden Projektphasen. Das Anforderungs-Engineering-Prozessmodell (AEP) ist in die Dimensionen *Phasen* und *Aufgaben* (zeitlich) und in *Prozesse* und *Management* gegliedert. Die Prozess- und Managementdimension ist wie folgt gegliedert:

- Zielentwicklungsprozess – Initiale Identifikation des Zielvektors, sowie die Gewichtung bzw. Priorisierung der Ziele
- Anforderungsentwicklungsprozess – Projektphasenorientierte Entwicklung und Detaillierung der Anforderung zur Umsetzung der Ziele
- Anforderungstypen – Die auf das Bauprojekt einwirkenden Anforderungstypen sowie die identifizierten auswirkenden Anforderungstypen infolge der Zielsetzung werden auf die Projektphasen projiziert.
- Prozesssteuerung – Die traditionellen Hauptprozesssteuerungselemente Funktion, Finanzen, Termine und Qualität (FFTQ) werden projektphasenorientiert aufgrund der Meilensteine weiterentwickelt.
- Meilensteine – Nach jeder Prozessphase müssen festgelegte Meilensteine überprüft werden, um sicherzustellen, dass alle identifizierten und im Zielrahmen befindlichen Anforderungen umgesetzt werden.

Das in Abb. 3.6 bis Abb. 3.8 dargestellte, von Girmscheid entwickelte generisch kybernetische, systemtheoretische Anforderungs-Engineering-Prozessmodell (AEP) ist zweidimensional, systematisch sowohl nach den Projektphasen als auch nach den Ziel- und Anforderungsentwicklungsprozessen sowie den dazugehörigen Entscheidungs-, Controlling- sowie Anordnungs- und Steuerungsprozessen entwickelt. Die primär festgelegten projektspezifischen Ziele werden in Interaktion mit dem Bauherrn generiert und bilden dabei die strategische Initialphase ab. Darauf aufbauend werden in der immateriellen, interaktiven und integrativen Projektentwicklungs- und Planungsphase die Projektanforderungen systematisch gemäss der jeweiligen Planungstiefe entwickelt und als Anforderungsspezifikation festgehalten.

Die Phasen- und Aufgabendimensionen beinhalten die Bauprojektphasen mit den darin zu erfüllenden Aufgaben zur Konkretisierung der Ziele des Bauherrn. Das Anforderungs-Engineering wird im Rahmen des Projektmanagements gesteuert und umgesetzt. Das Anforderungs-Engineering in Verbindung mit der Rendite- und Kostensteuerung (Kapitel 3.4) bilden in Zukunft die zentralen Elemente des Projektmanagements und der Projektsteuerung. Daher erfolgt nach jeder Projektphase vor Beginn der nächsten Phase eine Zielüberprüfung, die z. B. in Meilensteinen abgebildet

werden kann. Zudem werden Messgrössen (Key-Performance-Indikatoren) entwickelt, um die Zielerreichung zu „managen“ bzw. zu steuern.

3.2.3 Strategische Planung – Zielentwicklungsprozess

Im strategischen Zielentwicklungsprozess werden die Ziele des Investors für die lebenszyklusorientierte Nutzung definiert. Zu diesem Zweck muss ein Zielvektor entwickelt werden. Dieser Zielvektor müsste alle Ergebnisziele für das Bauprojekt enthalten, die auf der Lebenszyklusorientierung aufgebaut sind.

Im Vordergrund stehen dabei:

- Renditeziele (Finanzziele)
- Leistungs- und Nutzungsziele
- Standortziele
- Termin- und Qualitätsziele
- Imageziele
- etc.

Somit erhält man den initialen, relativen Zielvektor:

$$\left(Z_i\right)_0 = \begin{pmatrix} Z_1 \\ Z_2 \\ \dots \\ Z_n \end{pmatrix}_0$$

Im Regelfall haben sowohl der Investor als auch der Bauherr Leistungs- und Nutzungsziele für ein Bauprojekt. Dieser initiale Anstoss erfolgt durch einen Eigenbedarf oder durch das Erkennen von Marktchancen zur Verwertung von Bauprojekten oder zur Ergänzung des eigenen Portfolios. Damit das Leistungs- und Nutzungsziel eine betriebswirtschaftliche Nutzstiftung über den Lebenszyklus generieren kann, müssen die Finanzziele festgelegt werden. Die Finanzziele müssen im Regelfall auf den intendierten Lebenszyklus (LC) ausgelegt werden. Um mit dem Bauprojekt eine LC-Rendite weitgehend risikoarm zu realisieren, müssen die Erträge standortgerecht sowie die Kosten der Investition des Unterhalts und Betriebes über den intendierten Lebenszyklus ermittelt werden (Kapitel 4.2ff).

Damit ergeben sich die potentiellen Standortziele des Bauprojektes sowie der zur Ertragsseite gehörende Systemstandard. Der Systemstandard mit dem Standort entscheidet weitgehend über die LC-Werterhaltung und somit über die Ertragsseite. Weitere Ziele sind möglicherweise Imageziele, die auch Auswirkungen auf den Systemstandard haben und somit im Regelfall die Qualitätsziele bezüglich Architektur, Dauerhaftigkeit, Ausstattung, etc. beeinflussen. Die Terminziele sind für die Umsetzung determinierend – „time to market" ist heute von grosser Bedeutung. Im Folgenden sollen beispielhaft solche Ziele in Ober- und Unterziele zusammengestellt werden:

- Immobilienziele
  - Nutzungszweck, Nutzungsart
  - Eigennutzung, Fremdnutzung
  - Neubau, Ausbau/Erweiterung, Modernisierung
  - Nutzerklientel (welche Arten von Nutzern?)
  - Standort
  - Investition, Anlage
  - Veräusserung
- Finanzziele
  - Rendite
  - Kostenobergrenze/Investitionsobergrenze
  - Finanzierung
- Nutzerziele
  - Anzahl Arbeitsflächen
  - Raumtypen
  - Nebenflächen (Nutzflächen, Versorgungsflächen, Stellplätze, …)
  - Standortbestimmung (Image, Verkehrsanbindung)
  - Qualitätsstandards (Ausbau, TGA)
  - Raumhöhe
- Gestaltungsziele
  - Architektonische Qualität
  - Adaptabilität, Optionen (Drittverwendung, Erweiterung)
  - Zertifizierung („Green Building", DNGB), Nachhaltigkeit, Umweltschutz
  - Ausnutzungsziffer

- Projektorganisationsziele
  - Projektabwicklungsform
  - Projektbeteiligte (Architekt, Fachplaner, Bauunternehmen, …)
  - Terminziele

In einem weiteren Schritt muss die Priorisierung der Ziele entwickelt werden. Denn nicht alle Ziele haben bei begrenzten Ressourcen die gleiche hierarchische Bedeutung. Bei der Zielüberprüfung wird festgestellt, ob die unabdingbaren (meist wenigen) Ziele auch vollumfänglich erfüllt werden und ob die hinreichend zu erfüllenden Ziele ausreichend erfüllt wurden. Dabei muss in Ziele, die unabdingbar für den LC-Projekterfolg und in Ziele, die hinreichend für den Projekterfolg erfüllt sein müssen unterschieden werden. Dann muss über die Zielüberprüfung entschieden werden, ob „Ziel x“ oder „Ziel y“ höhere Priorität hat. Eine Überschreitung des Kostenrahmens kann z. B. bei den weiteren, detaillierten Planungsprozessen passieren. Damit kann z. B. das Ziel Z_1=Rendite des Projektes gefährdet werden. Danach muss möglicherweise das Ziel Z_n=architektonische Qualität der Standardbüros hinterfragt und möglicherweise neu dimensioniert werden.

Die Priorisierung des Zielvektors für die nur hinreichend zu erfüllende Ziele erfolgt auf rationale Weise mittels „Analytic Hierarchy Processing Method“ (AHP)[14]. Die AHP gewichtet je zwei Ziele relativ zueinander. Diese Methode ist der absoluten Direktgewichtung, wie sie bei der Nutzwertanalyse erfolgt, überlegen. Anstatt über 5 oder 10 Ziele eine direkte, absolute Gewichtung bzw. eine Reihung vorzunehmen, werden alle Ziele paarweise (Abb. 3.9) relativ zueinander gewichtet. Mittels der mathematischen Eigenwertmethode wird die absolute Gewichtung/Bedeutung der Ziele entwickelt.

Paarweise, relative Gewichtung der nur hinreichend zu erfüllenden Ziele:

Ziel 1	:	Ziel 2 =	$k_1 : k_2 = g_{12}^{rel}$
Ziel 1	:	Ziel 3 =	$k_1 : k_3 = g_{13}^{rel}$
…			
Ziel i	:	Ziel 1 =	$k_i : k_1 = g_{i2}^{rel}$
Ziel i	:	Ziel 2 =	$k_i : k_2 = g_{i2}^{rel}$
….			
Ziel i	:	Ziel j =	$k_i : k_j = g_{ij}^{rel}$

Bildung der relativen Gewichtungsfaktorenmatrix der nur hinreichend zu erfüllenden Ziele

Bewertungskriterien	Ziel 1	Ziel 2	...
Ziel 1	g_{11}^{rel}	$g_{12}^{rel} = 1/g_{21}^{rel}$	...
Ziel 2	$g_{21}^{rel} = 1/g_{12}^{rel}$	g_{22}^{rel}	...
...	...	...	...

Abb. 3.9: Matrix $\underline{G}^{rel}$ der relativen Gewichtungsfaktoren aus dem paarweisen Vergleich aller Ziele einer Hierarchiestufe

Für die Gewichtung wird eine Skala von eins bis neun gemäss Abb. 3.10 verwendet. Wird $g_{ij}^{rel} = 1$ gewählt, so bedeutet dies eine Gewichtung der beiden Ziele im Verhältnis 1:1. Es wird also beiden Kriterien i und j dieselbe Bedeutung zugeordnet. Wird dagegen $g_{ij}^{rel} = 9$ gewählt, so werden die beiden Ziele im Verhältnis 9:1 bewertet, es besteht also eine absolute Präferenz für das Ziel i gegenüber dem Kriterium j.

Gewichtungsskala	Definition
1	Gleiche Bedeutung / Qualität
3	Schwache Präferenz
5	Bedeutende Präferenz
7	Starke Präferenz
9	Absolute Präferenz

Abb. 3.10: Skala zur Gewichtung der Ziele

Für die Matrix $\underline{G}^{rel}$ der relativen Gewichtungsfaktoren der nur hinreichend zu erfüllenden Ziele gilt:

$$\underline{G}^{rel} = \begin{array}{c} \begin{matrix} \textit{Ziel}\ 1 & \textit{Ziel}\ 2 & \textit{Ziel}\ 3 & \ldots\textit{Ziel}\ n \end{matrix} \\ \left[\begin{array}{cccc} 1 & g_{12}^{rel} = \frac{1}{g_{21}^{rel}} & g_{13}^{rel} = \frac{1}{g_{31}^{rel}} & \ldots \\ g_{21}^{rel} = \frac{1}{g_{12}^{rel}} & 1 & g_{23}^{rel} = \frac{1}{g_{32}^{rel}} & \ldots \\ g_{31}^{rel} = \frac{1}{g_{13}^{rel}} & g_{32}^{rel} = \frac{1}{g_{23}^{rel}} & 1 & \ldots \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \end{array}\right] \end{array} \begin{matrix} \textit{Ziel}\ 1 \\ \textit{Ziel}\ 2 \\ \textit{Ziel}\ 3 \\ \ldots \\ \textit{Ziel}\ n \end{matrix}$$

Ermittlung der absoluten Gewichtungsfaktoren der nur hinreichend zu erfüllenden Ziele:

Die zuvor ermittelten relativen Gewichtungsfaktoren geben lediglich den Vergleich einzelner Ziele untereinander an, ermöglichen aber noch keine absolute Gewichtung der nur hinreichend zu erfüllenden Ziele. Mit Hilfe des Eigenvektors der Matrix $\underline{G}^{rel}$ lassen sich jedoch aus den relativen Gewichtungsfaktoren absolute Gewichtungsfaktoren für die Gesamtbewertung der verschiedenen nur hinreichend zu erfüllenden Ziele ableiten. Nach Saaty [14] stellt der Eigenvektor zum grössten Eigenwert der Matrix $\underline{G}^{rel}$ der relativen Gewichtungsfaktoren eine gute Näherung für die absoluten Gewichtungsfaktoren dar.
Zur Ermittlung der absoluten Gewichtungsfaktoren der nur hinreichend zu erfüllenden Ziele aus einer diagonalen Matrix eignet sich die Eigenwertmethode. Die Eigenwertmethode orthogonalisiert die relativen Gewichtungsfaktoren, so dass diese sich in unabhängige Vektoren auflösen. Dadurch erhält man für jeden Eigenwert einen absoluten Gewichtungsvektor mit Gewichtungsfaktoren pro Ziel. Im Regelfall erhält man nur einen reellen Eigenwert, damit ergibt sich im Regelfall nur ein Gewichtungsszenario für die Ziele.

Bildung der Eigenwertmatrixgleichung der Gewichtung der nur hinreichend zu erfüllenden Ziele:

Die Eigenwertaufgabe gestaltet sich mathematisch so, dass zu einer quadratischen Matrix $\underline{G}_{HK}^{rel}$ ein Vektor $\underline{g}^{abs}$ gesucht wird, der mit $\underline{G}_{HK}^{rel}$ transformiert den Vektor $\underline{y}=\underline{G}_{HK}^{rel}\cdot\underline{g}^{abs}$ ergibt. Dieser Vektor $\underline{y}$ soll zum Ausgangsvektor $\underline{g}^{abs}$ proportional sein $\underline{y}=\lambda\cdot\underline{g}^{abs}$.
Daraus ergibt sich

$$\underline{G}_{HK}^{rel}\cdot g^{abs}=\lambda\cdot g^{abs}$$
$$\left(\underline{G}_{HK}^{rel}-\lambda\cdot\underline{E}\right)\cdot g^{abs}=0$$

das Eigenwertproblem für die Matrix $\underline{G}_{HK}^{rel}$.

Ein Eigenvektor $\underline{g}^{abs}$ einer Abbildung f ist in der linearen Algebra ein vom Nullvektor verschiedener Vektor, dessen Richtung durch die Abbildung nicht verändert wird. Ein Eigenvektor wird also nur gestreckt, und man bezeichnet den Streckungsfaktor als Eigenwert λ der Abbildung.

Es gilt also allgemein:

$$f\left(\underline{x}\right)=\lambda\cdot\underline{g}^{abs}$$

Im vorliegenden Fall wird die Abbildung f durch die Matrix $\underline{G}_{HK}^{rel}$ gegeben. Für den Eigenvektor gilt dann:

$$\underline{G}_{HK}^{rel}\cdot g^{abs}=\lambda\cdot g^{abs}$$

Für die Berechnung des Eigenvektors der Matrix $\underline{G}_{HK}^{rel}$ wird die Formel mit Hilfe der Einheitsmatrix $\underline{E}$ wie folgt umgeformt:

$$\left(\underline{G}_{HK}^{rel}-\lambda\cdot\underline{E}\right)\cdot\underline{g}^{abs}=0$$

Diese Gleichung stellt ein homogenes lineares Gleichungssystem dar. Da $\underline{g}^{abs}\neq 0$ vorausgesetzt wird, ist dieses genau dann lösbar, wenn gilt:

$$\det\left(\underline{G}_{HK}^{rel}-\lambda\cdot\underline{E}\right)=0$$

Die Lösung dieses Gleichungssystems sind die Eigenwerte λ der Matrix $\underline{G}_{HK}^{rel}$. Für die Berechnung der Determinanten einer Matrix existieren verschiedene Berechnungsverfahren. Für eine 2x2 bzw. 3x3 Matrix lässt sich die Determinante in geschlossener Form darstellen, für grössere Matrizen muss auf Iterationsverfahren zurückgegriffen werden (z. B. Potenzmethode, Inverse Iteration, Jacobi-Verfahren, Jacobi-Davidson-Verfahren). Viele Computertools bieten hierfür vorgefertigte Lösungen an.

Zu jedem Eigenwert lässt sich ein zugehöriger Eigenvektor der Matrix $\underline{G}_{HK}^{rel}$ bestimmen. Die gesuchte Lösung für die absoluten Gewichtungsfaktoren ist der zum grössten Eigenwert $\lambda^{\max}$ gehörige Eigenvektor $\underline{g}^{abs}$ [14]. Den Eigenvektor $\underline{g}^{abs}$ erhält man durch Einsetzen des Eigenwerts $\lambda^{\max}$ in die oben stehende Formel.

$$\left(\underline{G}_{HK}^{rel} - \lambda^{\max} \cdot \underline{E}\right) \cdot \underline{g}^{abs} = 0$$

Dies ergibt ein lineares Gleichungssystem, dessen Lösung der gesuchte Eigenvektor $\underline{g}^{abs}$ ist. Der Eigenvektor $\underline{g}^{abs}$ stellt somit die absoluten Gewichtungsfaktoren der nur hinreichend zu erfüllenden Ziele wie folgt dar:

$$\left(\underline{g}^{abs}\right) = \begin{pmatrix} g_1^{abs} \\ g_2^{abs} \\ \dots \end{pmatrix}$$

Der gesuchte Vektor $\underline{g}^{abs}$ entspricht den absoluten Gewichtungsfaktoren der verschiedenen Ziele.

Daraus erhalten wir den gewichteten, absoluten Zielvektor aus unabdingbaren und hinreichend zu erfüllenden Zielen:

$$(\underline{Z})^{abs} = \left\{ \begin{bmatrix} Z_1 \\ \vdots \\ Z_n \\ \hline g_1 Z_{11} \\ \vdots \\ g_l Z_{ll} \end{bmatrix} \right\} = \left\{ \begin{bmatrix} unabdingbar \\ \hline hinreichend \end{bmatrix} \right\}$$

$$(\underline{Z})^{abs} = \left\{ \begin{bmatrix} (\underline{Z}) \\ (\underline{gZ_l}) \end{bmatrix} \middle| \forall Z_i : Z_i \geq Z_i^{Vorg.} \wedge \forall Z_{li} : g_i Z_{li} \geq Min(Z_{li})^{Vorg.} \right\}$$

Im Rahmen des Zielentwicklungsprozesses muss man beachten, dass nicht nur die Investoren und Nutzungs- bzw. Nutzerziele Auswirkungen auf die Anforderungen zur Gestaltung des Bauprojektes haben, sondern dass auch die Einwirkungen aus der Sphäre der natürlichen und anthropogenen Umwelt Anforderungen bzw. Rahmenbedingungen schaffen, in denen sich die Ziele des Bauprojektes einordnen müssen (Abb. 3.11).

Von besonderer Bedeutung sind dabei folgende Umfeldeinwirkungen:

- Bau- und Umweltgesetze
- Gegenwärtige und zukünftige gesellschaftliche Entwicklungen und Bedürfnisse
- Technologische Entwicklungen sowie ökologische Veränderungen und Anforderungen
- Kreditkonditionen und Vertragsrecht

Damit wurde der Zielvektor einerseits für die unabdingbar zu erfüllenden Ziele und andererseits für die hinreichend zu erfüllenden, gewichteten und priorisierten Ziele mit den dazu gehörigen extern einwirkenden Anforderungen auf die Ziele ermittelt.

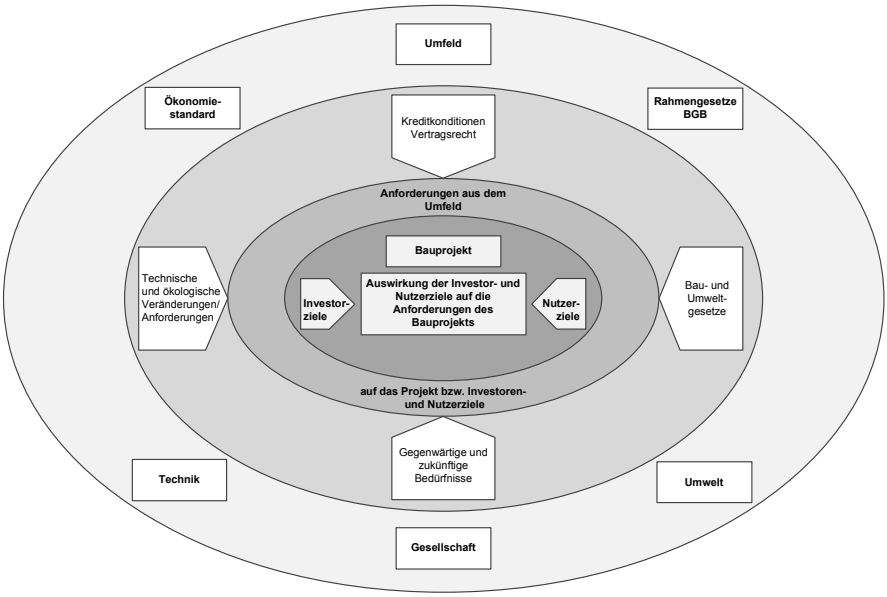


Abb. 3.11: Anforderungsmanagement – Zielentwicklungsprozess Anfordrungsdimension

3.2.4 Anforderungsdimension

Die Entwicklung der Anforderungen aus den Zielen erfolgt projektphasenorientiert (Abb. 3.6 bis Abb. 3.8). Dabei müssen zudem die determinierenden Anforderungen aus den externen Einwirkungen identifiziert und systematisch im gesamten Prozess berücksichtigt werden (Abb. 3.11).

Somit entstehen für den immateriellen, interaktiven und integrativen Planungsprozess verschiedene Anforderungsdimensionen:

- Investorenanforderungen
- Nutzeranforderungen
- Standortanforderungen
- Systemstandardanforderungen
- Umfeldanforderungen
- Umwelt- und Sicherheitsanforderungen
- Normen- und Gesetzesanforderungen
- Baugrundanforderungen

- Gestaltungsanforderungen
- Ausführungsanforderungen

Diese Anforderungsdimensionen werden nach einem Entscheidungsbaumprinzip von Projektphase zu Projektphase detailliert entwickelt (Abb. 3.12). Dabei muss man generisch so vorgehen, dass man die Anforderungen vom Grossen ins Kleine entwickelt. In jeder Projektphase soll die Detaillierung der Grundanforderungen so weit aufgeschlüsselt und detailliert werden, wie es für eine Zielüberprüfung notwendig ist.

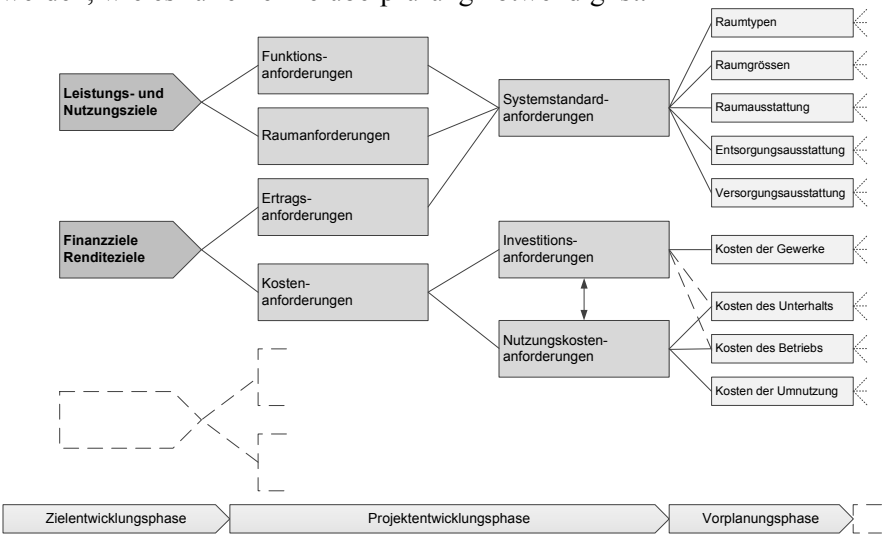


Abb. 3.12: Entwicklungsprozess der Anforderungen

Der Detaillierungsgrad der Anforderungen richtet sich nach dem erforderlichen Planungsstand in den jeweiligen Projektphasen.

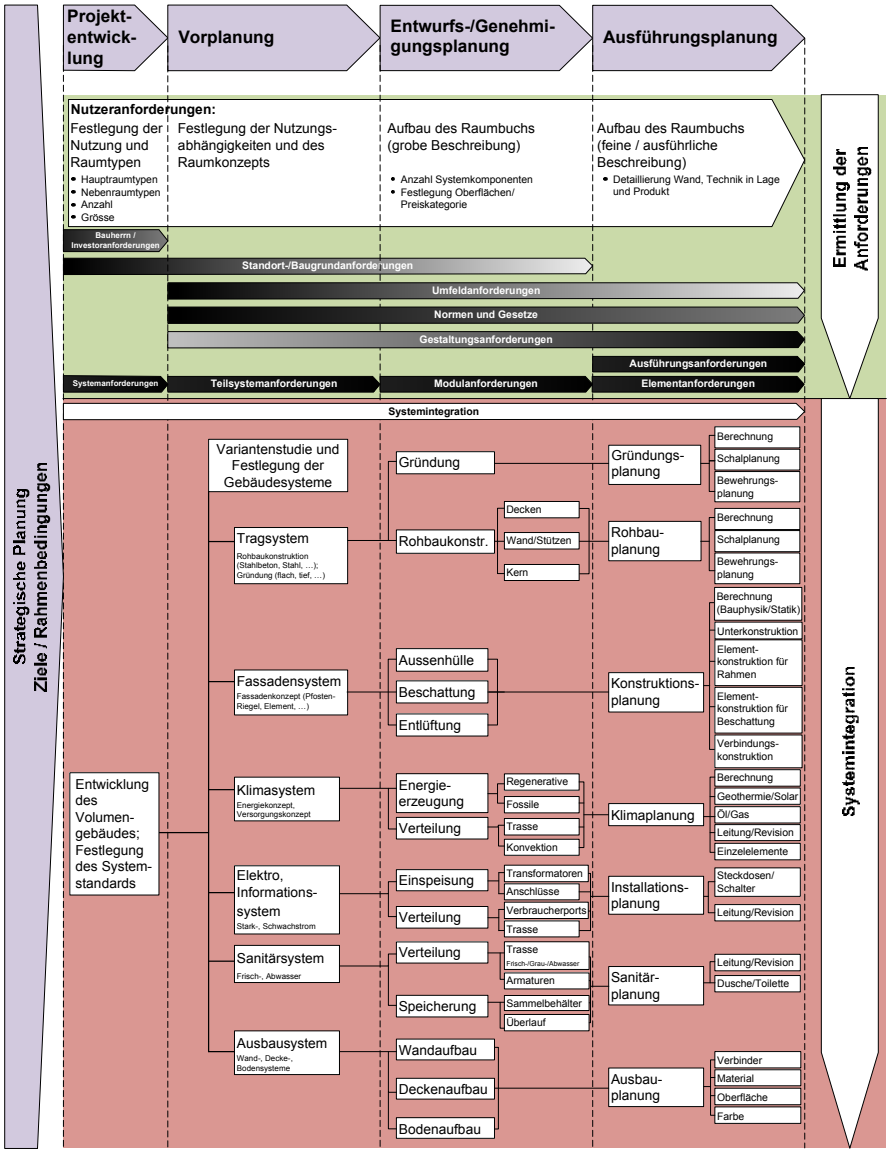


Abb. 3.13: Anforderungsentwicklungsprozess: Teil 1 – Anforderungen und Systemintegration

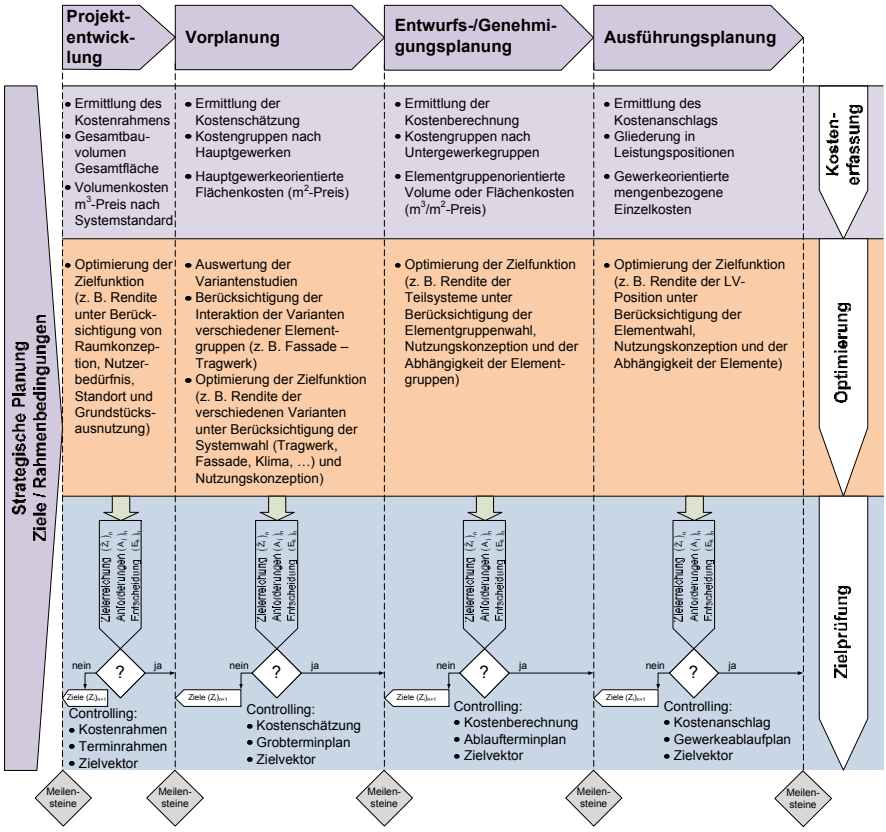


Abb. 3.14: Anforderungsentwicklungsprozess: Teil 2 – Kosten, Optimierung und Zielprüfung

Projektentwicklung

Im Stadium der Projektentwicklung (Abb. 3.13 und Abb. 3.14) können nach Klärung der Standortfragen sowie der Grösse und Bebaubarkeit des Grundstücks aufgrund der Leistungs- und Nutzungsziele die Systemanforderungen für das Volumen- bzw. Flächenprojekt entwickelt werden. Gleichzeitig können die Investitionskostenziele als Kostenrahmen zur Sicherung der Renditeziele ermittelt werden. Nach Prüfung der Zielvorgaben müssen möglicherweise bereits schon in dieser Phase Optimierungen bezüglich Flächen- oder Raumkonzepte durchgeführt werden. Die Kostenprüfung erfolgt auf der Grundlage des Kapitels 4.3.

Vorplanung
In der Vorplanung erfolgt das Variantenstudium in Bezug auf die beiden folgenden Punkte (Abb. 3.13 und Abb. 3.14):

- Raumkonzeptgestaltung und Nutzungsabhängigkeiten
- Bauliche Gestaltung von Fassaden-, Klima-, Elektro-, Informations-, Sanitär und Ausbausystemen.

Hierzu ist es erforderlich, dass die Anforderungsdimensionen auf die Teilsystemanforderungen dieser spezifischen Vorplanungsphase detailliert werden. Zudem ist eine Kostenschätzung und Optimierung sowie eine Zielüberprüfung unabdingbar. Es wird jene Variante gewählt, die zielkonform ist und den höchsten Zielerreichungsgrad hat.

Entwurfs-/Genehmigungsplanung
In dieser Planungsphase wird die gewählte Variante, die die Anforderungen bzw. Ziele am effektivsten erfüllt, weiter ausgearbeitet. Dazu müssen die Anforderungen weiter nach dem Entscheidungsbaumprinzip auf die Modulanforderungen detailliert werden (Abb. 3.13 und Abb. 3.14). In dieser Phase werden z. B. die Anforderungen des Tragsystems, die in der Vorplanung für Massivbau ausgelegt wurden, weiter detailliert für die

- Gründung – z. B. Flachgründung, Pfahlgründung etc.
- Rohbaukonstruktion – in Deckentyp/Stützensystem/Kernanordnung

Dies erfolgt analog für das Fassadensystem in:

- Aussenhülle mit Dämm- und Speichersystem
- Beschattungssystem
- Entlüftungssystem

Dasselbe gilt für das Heizungs- und Klimasystem bezüglich:

- Energieerzeugungssystem – regenerativ, fossil
- Energieverteilungssystem – Trassen, Konvektion
- Energiespeicherungssystem – passive Speicherbauteile

Analog werden die Anforderungen für die Elektro-, Sanitär- und Ausbausysteme weiter detailliert und gleichzeitig planerisch umgesetzt. Auch hier erfolgt erneut eine Kostenschätzung, Optimierung und Zielerreichungsprüfung.

Ausführungsplanung
In der Ausführungsplanung müssen die Teilsystementscheidungen bzw. Teilsystemanforderungen (Abb. 3.13 und Abb. 3.14) bezüglich der Elementanforderungen der „letzten Steckdose“ weiter detailliert werden. Auch hier erfolgen systematisch erneut der Kostenvoranschlag, die Optimierung und die Zielüberprüfung.

3.2.5 Anforderungsentwicklungsprozess

Der Anforderungsentwicklungsprozess dient dazu, aus den unabdingbaren und den hinreichend zu erfüllenden Zielen des Investors und seiner intendierten Nutzung sowie den einwirkenden externen Anforderungen (Abb. 3.11) die Anforderungen für das Bauprojekt zu generieren. Da der Anforderungsentwicklungsprozess in jeder Bauprojektphase aufgrund beschränkter Rationalität der Stakeholder generisch durchgeführt wird und nach dem Konzeptdurchlauf die potentiellen Anforderungsvarianten auf den Zielerreichungsgrad überprüft werden, ist dieser kybernetisch iterativ auszulegen (Abb. 3.15). Aufgrund der noch rudimentären Planungskonkretisierung sind dabei die Anforderungen in den Anfangsphasen auf die grundsätzliche Rahmenstruktur des Bauprojektes (Volumenstruktur) auszurichten. Im Laufe der nachfolgenden Bauprojektphasen werden die Anforderungen aufgrund der erforderlichen Planungskonkretisierung immer detaillierter (Detailstruktur) ausgelegt.

Ziel des Prozesses ist die Ermittlung der Anforderungen, die Herbeiführung von notwendigen Entscheidungen und das Controlling der Entscheidungen unter Berücksichtigung der vorgegebenen Ziele in den jeweiligen Phasen (Abb. 3.15).

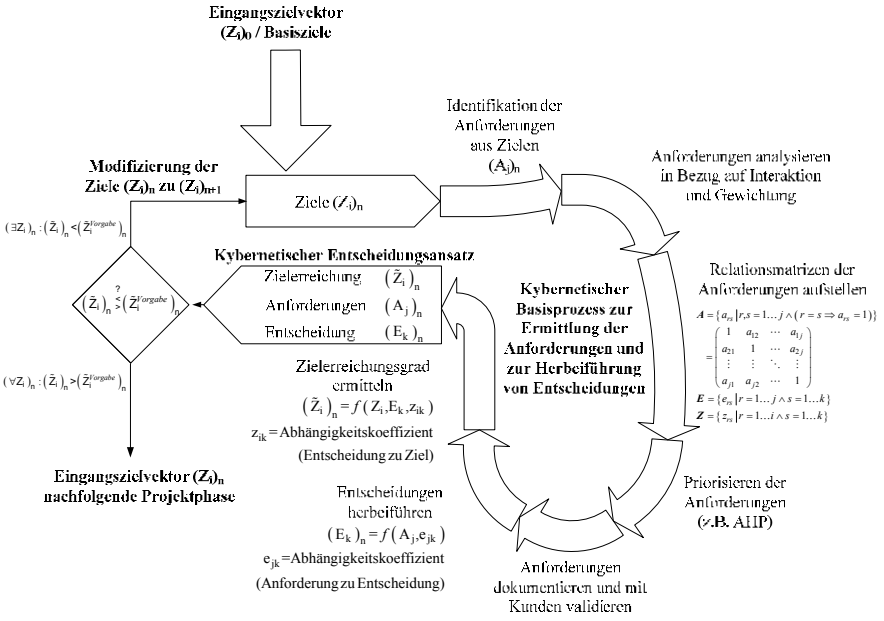


Abb. 3.15: Kybernetischer Anforderungsentwicklungsprozess

Die Startinputs für diesen Prozess sind der Zielvektor mit den unabdingbaren und den hinreichend zu erfüllenden Kundenzielen sowie Anforderungen, die von aussen auf das Projekt und dessen Ziele einwirken. Die Gewichtung der Ziele dient für eine erste Gliederung und als Grundlage für die Priorisierung der Anforderungen. Um die Gewichtung der Ziele zu erzeugen, ist eine Interaktion mit dem Kunden notwendig. So kann der Kunde direkt oder durch Methoden geleitet die Gewichtung durchführen.

Der Zielvektor und die externen Anforderungen, die auf die Ziele einwirken, stellen die wichtigsten Grössen innerhalb des kybernetischen Basisanforderungsprozesses dar. Mit Hilfe dieses Vektors können mögliche Anforderungen herausgearbeitet und identifiziert werden.

Im Anschluss an die Identifizierung werden die Anforderungen in Bezug auf ihre Interaktion und Gewichtung analysiert. Die Analyse soll unter anderem die Qualität der Anforderungen sicherstellen. Als Qualitätskriterien können die Kriterien in Anlehnung an die IEEE 830 [15] verwendet werden.

Nach der Generierung der Anforderungsdimension können nun die Ziel-Anforderungs-Relationsmatrizen zu den Zielen sowie die externen Anforderungen gebildet werden. Mit Hilfe der Relationsmatrizen werden die Anforderungen untereinander in Beziehung gesetzt bzw. es wird ihr gegenseitiger Einfluss dargestellt. Gleichzeitig werden aber auch die Einflüsse bzw. die Beziehungen zu den Entscheidungen und den Zielen definiert.

Um die generierten Anforderungen zielorientiert verarbeiten zu können, ist die Priorisierung der Anforderungen wichtig. Dies kann zum einen auf der Basis der Zielgewichtung erfolgen, zum anderen kann auch diese Priorisierung durch eine Interaktion mit dem Auftraggeber erstellt werden. Als Hilfestellungen können verschiedene wissenschaftliche Methoden wie z. B. der „*Analytic Hierarchy Process*“ nach SAATY [14] verwendet werden.

Für die vertragliche Ausarbeitung und die spätere Nachverfolgung ist es wichtig, dass die Ziele sowie die extern wirkenden und die generierten Anforderungen abschliessend dokumentiert werden. Diese Dokumentation sowie die gesamten Anforderungen sollten mit dem Kunden bzw. Auftraggeber validiert und entschieden werden.

Die so generierten Anforderungen dienen als Entscheidungsvorlage, die durch den Auftraggeber verabschiedet werden sollte. In diesem kybernetischen Prozess (Abb. 3.15) werden die Entscheidungen bezüglich der generierten Anforderungen den Zielen gegenübergestellt und für jedes Ziel wird die Zielerreichung überprüft.

Durch den geschilderten Prozessablauf, der mit einem in jeder Projektphase steigenden Detaillierungsgrad gemäss den Planungsanforderungen durchgeführt wird, erhält man aus den *Ausgangszielen* die *Anforderungen* und die notwendigen *Entscheidungen*, um die *Zielerreichung zu sichern*. Diese drei Faktoren bilden den *kybernetischen Entscheidungsansatz*, der die Grundlage für die inhaltliche Ausgestaltung des Anforderungsmanagements darstellt. Sollte sich der Zielerreichungsgrad unterhalb der Zielvorgabe befinden, so müssen die Anforderungen oder sogar die Ziele modifiziert werden oder das Projekt muss aufgrund der Nichterreichung der unabdingbaren Ziele abgebrochen werden. Nach der Modifikation der Ziele muss der Basisprozess erneut durchlaufen werden.

Die in der jeweiligen Projektphase aus den Zielen entwickelten Anforderungen dienen nach der erfolgreichen Prüfung des Mindest-Zielerreichungsgrades als Eingangsparameter für die weitere Anforderungsspezifikation in der nächsten Projektphase.

Zur Entwicklung der Anforderungen zur zielgerichteten Realisierung des Bauprojektes muss man folgende Kategorien von Zielen und externen Anforderungen beachten:

$\left(Z_1 \ldots Z_n\right)$	Ziele, die unabdingbar erfüllt sein müssen (0 = nicht erfüllt und 1 = erfüllt)
$\left(g_1 Z_{11} \ldots g_l Z_{1l}\right)$	Ziele, die hinreichend erfüllt werden, sollten im Bereich $0 \leq x \leq 1$ liegen
$\left(A_1^{ext} \ldots A_m^{ext}\right)$	Externe Anforderungen, die unabdingbar erfüllt werden müssen (0 = nicht erfüllt und 1 = erfüllt)
$\left(\gamma_1 A_{11}^{ext} \ldots \gamma_m A_{1r}^{ext}\right)$	Externe Anforderungen, die hinreichend erfüllt werden, sollten im Bereich $0 \leq x \leq 1$ liegen

Zur mathematischen Datenstrukturierung des Anforderungsentwicklungsprozesses kann der unabdingbar und hinreichend zu erfüllende Zielvektor mit den einwirkenden externen unabdingbaren sowie hinreichend zu erfüllenden Anforderungen dargestellt werden.

Input – Gewichteter Zielvektor und externe Anforderungen

$$(\underline{Z})^{Total} = \left\{ \begin{bmatrix} Z_1 \\ \vdots \\ Z_n \\ \hline g_1 Z_{11} \\ \vdots \\ g_l Z_{ll} \\ A_1^{ext} \\ \vdots \\ A_m^{ext} \\ \hline \gamma_1 A_{11}^{ext} \\ \vdots \\ \gamma_r A_{lr}^{ext} \end{bmatrix} \middle| \begin{array}{l} \left[(Z_1,\ldots,Z_n) \wedge \left(A_1^{ext},\ldots,A_m^{ext} \right) \right] = \left\{ \begin{array}{c} 1 - Projektfortführung \\ 0 - Projektabbruch \end{array} \right\} \wedge \\ \wedge \left[(g_1 Z_{11},\ldots,g_l Z_{ll}) \wedge \left(\gamma_1 A_{11}^{ext},\ldots,\gamma_r A_{lr}^{ext} \right) \right] = (0 \leq X \leq 1) \end{array} \right\}$$

$$(\underline{Z})^{Total} = \left\{ \begin{bmatrix} (\underline{Z}) \\ (\underline{gZ_1}) \\ (\underline{A^{ext}}) \\ (\underline{\gamma A_1^{ext}}) \end{bmatrix} \middle| \begin{matrix} \left[(\underline{Z}) \wedge (\underline{A^{ext}}) \right] = \left\{ \begin{matrix} 1 - Projektfortführung \\ 0 - Projektabbruch \end{matrix} \right\} \wedge \\ \wedge \left[(\underline{gZ_1}) \wedge (\underline{\gamma A_1^{ext}}) \right] = (0 \le X \le 1) \end{matrix} \right\}$$

Anforderungsentwicklung in der Projektphase j aus den Zielvorgaben und den externen Anforderungen:

Die projektspezifisch generierten Anforderungsdimensionen werden aufgrund der Ziele sowie der extern einwirkenden Anforderungen auf die Ziele zur Gestaltung des Bauprojektes entwickelt. Die Ziel-Anforderungs-Relationsmatrix ergibt sich wie folgt:

$$\underline{A} =$$

			unabdingbare Ziele					hinreichende Ziele				
			Z_1	Z_2	Z_3	. . .	Z_n	g_1Z_{11}	g_2Z_{12}	g_3Z_{13}	. . .	g_lZ_{1l}
generiert	Anforderung Dimension	1	1	0,8	0,3	. . .	1	0	0,2	1	. . .	0,3
	Anforderung Dimension	2	0	1	1	. . .	0,3	0,8	1	0,3	. . .	0,5
	Anforderung Dimension	3	0,4	0,2	1	. . .	0,5	0,2	0,5	0	. . .	0,6
	. . .		. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
	Anforderdung Dimension	k	0	0	1	. . .	1	0,3	0,7	1	. . .	0,4
unabdingbare Externe	Externe unabding. Anforderung	A_1^{ext}	1	1	1	. . .	1	1		1	. . .	1
	Externe unabding. Anforderung	A_2^{ext}	1	1		. . .	1	1	1	1	. . .	
	Externe unabding. Anforderung	A_3^{ext}	1	1	1	. . .			1	1	. . .	1
	. . .		. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
	Externe unabding. Anforderung	A_m^{ext}	1	1	1	. . .	1	1	1		. . .	1
hinreichende Externe	Externe hinreichende Anforderung	$\gamma_1 A_{11}^{ext}$	0	0,8	0,2	. . .	0,3	0	0	0,5	. . .	0,7
	Externe hinreichende Anforderung	$\gamma_2 A_{12}^{ext}$	0,5	0,3	0,9	. . .	0	0,8	0,3	0,9	. . .	0,2
	Externe hinreichende Anforderung	$\gamma_3 A_{13}^{ext}$	0,7	0,5	0,6	. . .	0	0,6	0,4	1	. . .	0,5
	. . .		. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
	Externe hinreichende Anforderung	$\gamma_r A_{1r}^{ext}$	0,1	0,8	0,4	. . .	0,7	0	0,2	0	. . .	0,6

Somit kann man die Ziel-Anforderungs-Relationsmatrix (ZAR-Matrix) A in eine abgrenzbare Hypermatrix unterteilen:

$$\underline{A} = \begin{bmatrix} \underline{A_{AD}^{UZ}} & \underline{A_{AD}^{HZ}} \\ \underline{A_{EUA}^{UZ}} & \underline{A_{EUA}^{HZ}} \\ \underline{A_{EHA}^{UZ}} & \underline{A_{EHA}^{HZ}} \end{bmatrix}$$

$\underline{A_{AD}^{UZ}}$ = Anforderungsrelationsmatrix der unabdingbaren Ziele in Bezug auf die generieten Anforderungsdimensionen

$\underline{A_{AD}^{HZ}}$ = Anforderungsrelationsmatrix der hinreichenden Ziele in Bezug auf die generieten Anforderungsdimensionen

$\underline{A_{EUA}^{UZ}}$ = Anforderungsrelationsmatrix der unabdingbaren Ziele in Bezug auf die externen unabdingbaren Anforderungen

$\underline{A_{EUA}^{HZ}}$ = Anforderungsrelationsmatrix der hinreichenden Ziele in Bezug auf die externen unabdingbaren Anforderungen

$\underline{A_{EHA}^{UZ}}$ = Anforderungsrelationsmatrix der unabdingbaren Ziele in Bezug auf die externen hinreichenden Anforderungen

$\underline{A_{EHA}^{HZ}}$ = Anforderungsrelationsmatrix der hinreichenden Ziele in Bezug auf die externen hinreichenden Anforderungen

UZ = unabdingbare Ziele

HZ = hinreichende Ziele

AD = Anforderungsdimension

EUA = externe unabdingbare Anforderungen

EHA = externe hinreichende Anforderungen

Zielprüfung

Diese Ziel-Anforderungs-Relationsmatrix wird für verschiedene Variantenlösungen erstellt.

Im ersten Schritt muss überprüft werden, ob alle unabdingbaren Ziele und externen Anforderungen erfüllt werden.

$$\left(\underline{Z_i}\right)_u^{erf} = \left\{ \left(\underline{Z_i}\right)_u = f\left(\underline{A_{AD}^{UZ}}; \underline{A_{EUA}^{UZ}}; \underline{A_{EHA}^{UZ}}\right) \middle| \forall a_{ii} = 1|_{i=1}^{k+m+r} \Rightarrow \left(\forall \underline{Z_i}\right) : \left(\underline{Z_i}\right)_u \geq \left(\underline{Z_i}\right)_u^{Vorgabe} \Rightarrow erfüllt \right.$$
$$\left. \vee \exists a_{ii} = 0|_{i=1}^{k+m+r} \Rightarrow \left(\exists \underline{Z_i}\right) : \left(\underline{Z_i}\right)_u < \left(\underline{Z_i}\right)_u^{Vorgabe} \Rightarrow nicht\ erfüllt \right\}$$

Wird ein unabdingbares Ziel nicht erreicht, kann die Lösungsvariante nicht akzeptiert werden.

Im nächsten Schritt muss aufgrund des höchsten Zielerreichungsgrades die optimale Variante ermittelt werden. Da alle Lösungsvarianten die unabdingbaren Ziele und externen Anforderungen erfüllen müssen, müssen die hinreichenden Ziel-Anforderungs-Relationsmatrizen nur noch dieser Zielerreichungsprüfung unterzogen werden. Dies erfolgt aus der Summenprüfung der Nutzwerte:

$$Max\left(\underline{\gamma_i Z_{ji}}\right)_{i=1}^{k} = \left\{ \left(\underline{\gamma_i Z_{ji}}\right) = f\left(\underline{A_{AD}^{HZ}}; \underline{A_{EUA}^{HZ}}; \underline{A_{EHA}^{HZ}}\right) \middle| e_j = Max\left(\sum_{i=1}^{k}\sum_{j=1}^{l} a_{ij,v}^{HZ/AD} + \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{l} a_{ij,v}^{HZ/EUA} + \sum_{i=1}^{r}\sum_{j=1}^{l} a_{ij,v}^{HZ/EHA} \right)\Bigg|_{v=Vari\,1}^{Vari\,\chi} \right\}$$

e_j - Zielerfüllungsgrad der Variante j mit dem höchsten Nutzwert

Der Anforderungsentwicklungs- und Zielprüfungsprozess muss in jeder Projektphase für die entsprechende Planungstiefe qualitativ formuliert und quantitativ überprüft werden.

Die Ergebnisse dieses Anforderungsentwicklungsprozesses werden als Anforderungsspezifikationen für jeden Raum und jedes Gewerk festgehalten. Im Rahmen des Projektmanagements werden diese in Planungs- und Ausführungsvorgaben umgesetzt.

3.2.6 Zielerreichungs-Controlling

Zur Zielerreichungssteuerung sind Messgrössen in quantitativer und qualitativer Art unabdingbar. Wie man aus dem Begriff KPI erkennen kann, ist die Messgrössensteuerung im angelsächsischen Raum schon seit längerer Zeit verbreitet [16][17][18][19].

„*If you cannot measure, you cannot manage*"

Für Unternehmen hat sich die Balance-Score-Card von Kaplan und Norton [20] weitgehend durchgesetzt [21].

Für eine zielorientierte Steuerung von Bauprojekten mittels rationaler Kriterien sind solche Messgrössen heute unabdingbar. Dabei muss auch die künstlerische Qualität quantitativen und qualitativen Messgrössen zugeführt werden.

Die Key-Performance-Indikatoren (KPI) eines Projektes müssen folgende Key-Performance-Sphären abdecken:

Projektsphäre
: Hier müssen die KPI auf die Projektergebnisziele ausgelegt werden

Führungssphäre
: Hier müssen die KPI auf die Fähigkeit der Projektleitung zur Initialisierung, Koordination und Steuerung der Ziele, Stakeholder und des Teams ausgelegt werden.

Team- und Organisationssphäre
: Hier müssen die KPI auf die Ausrichtung der zur jeweiligen Projektphase gehörenden aufgabenorientierten Organisation, Teamkomposition und Entscheidungseffizienz ausgelegt werden.

Umweltsphäre
: Hier müssen die KPI auf die nachhaltigen Umweltziele des Bauwerkes in Bezug auf Energieeffizienz, CO_2-Ausstoss, Einbettung in die natürliche Umwelt, Akzeptanz durch Dritte sowie in Bezug auf Einhaltung der Sicherheit und Gesetze ausgelegt werden.

Die im Anforderungs-Engineering-Prozess entwickelten Ziele sowie die darauf aufbauend entwickelten Anforderungen für das Bauprojekt müssen einem Controlling-Prozess unterworfen werden. Dazu ist es notwendig, die Ziele auf den Key-Performance-Sphären Messgrössen / Key-Performance-Indikatoren sowohl quantitativ als auch qualitativ zu formulieren. Diese Projekt-Key-Performance-Indikatoren (Projekt-KPI) müssen die Umsetzungsüberprüfung der Projektziele möglichst aussagekräftig beschreiben. Mögliche Projekt-KPI sind bei PARMENTER [22] zu finden.

Die Projekt-KPI und die Unternehmens-BSC haben durch den Bauvertrag eine gemeinsame vertragliche Schnittstelle (Abb. 3.13, Abb. 3.14), denn die Projekt-KPI sind die Zielsteuerungsvorgaben des Investors und Bauherrn. Die beteiligten Planungs- und Ausführungsunternehmen haben je für sich eigene Unternehmensziele definiert, die sie intern z. B. mittels der Balance-Score-Card (BSC) oder mit der erweiterten Sustainable-Balance-Score-Card (SBSC) messen.

Um ihre Erfolgsziele zu erreichen, benötigen die Planungs- und Bauunternehmen den Projektauftrag im Gesamten (GP oder GU) oder nur als Gewerk. Damit wird für den vertraglich vereinbarten Auftrag ein Teil des Leistungsziels des Investors/Bauherrn zu einem Erfolgselement für die Erfüllung der SBSC- bzw. BSC-Leistungsmessgrössen im beauftragten Unternehmen.
Daher ist es wichtig, dass der Bauherr vor der Ausschreibung seine klar definierten KPI-Messgrössen vertraglich formuliert und an den Unternehmer weitergibt. Damit werden die Bauherrn-KPI Performance-Messgrössen zu einer Untermenge für den Unternehmer in seinem Steuerungssystem.

Der Investor/Bauherr oder sein Projektsteurer müssen für jede Projektphase Projekt-KPI festlegen, angepasst an die Planungstiefe. Nach jeder Projektphase muss der Zielerreichungsgrad überprüft werden, u. a. auch mittels projektspezifischer KPIs, bevor mit der nächsten Planungsphase fortgeschritten werden darf. Diese Zielfreigabe in die nächste Planungsphase ist unabdingbar für eine ergebnis- und zielorientierte Projektabwicklung, besonders vor dem Hintergrund der weitgehend immateriellen Prozesse der Planung.

Die projektspezifischen KPIs für die Projektsphäre können sehr gut auf den Ober- und Unterzielen für die

- Immobilienfunktionsziele
- Finanzziele
- Nutzerziele
- Gestaltungsziele
- Qualitäts- und Terminziele

ausgelegt werden. Das gleiche muss für die Führungs-, Team- und Organisations- sowie für die Umweltsphäre erfolgen.

Zur Ermittlung der KPIs für die Projekt- und Umweltsphäre sollten möglichst wissenschaftlich fundierte, ingenieur- oder finanzwirtschaftliche Berechnungsmodelle verwendet werden. Dies ist erforderlich, da die Performance des Bauwerkes über den Lebenszyklus ausgelegt werden muss und daher prospektive Kennwerte (KPI) ermittelt werden, die erst während der Nutzung auf Zielerfüllung überprüft werden können.

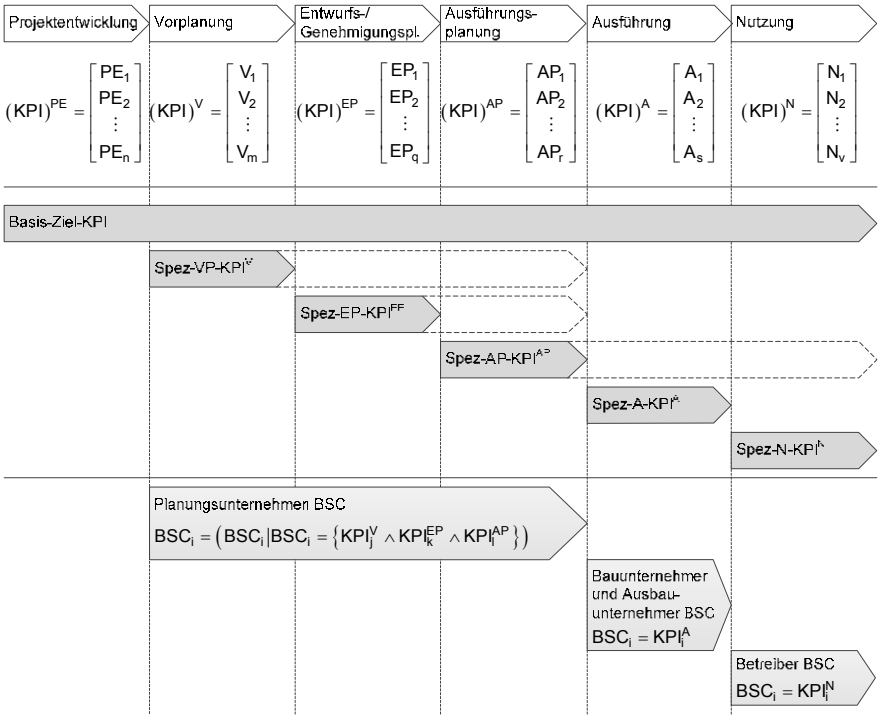


Abb. 3.16: Interaktion der Projekt-KPI-Erfolgsindikatoren mit den BSC-Indikatoren der beauftragten Unternehmen

3.3 Generisches axiomatisches Planungsmanagement bei Fast-Track-Projekten

3.3.1 Konzeption des generischen axiomatischen Anforderungs-Planungsmanagement-(GAAM)-Modells

Insbesondere die Abwicklung von Fast-Track-Projekten, bei denen Planungs- und Bauprozesse weitgehend parallel ablaufen, erfordert ein systematisches, projektübergreifend formalisiertes Anforderungsmanagement.

Durch die heutige Situation in der Bauwirtschaft, in der die Kunden nach ihrer Investitionsentscheidung eine beschleunigte Realisierung („time to market“) ihrer Bauprojekte erwarten, insbesondere bei TU- und Systemanbieterprojektabwicklungsformen, müssen zur Umsetzung dieser be-

schleunigten Realisierung die Planungs- und Bauprozesse weitgehend parallelisiert werden. Um die interaktiven Abhängigkeiten zu erkennen und die Aktivitäten gemäss ihren Abhängigkeiten zu planen und zu bauen, wird hierzu ein systematisches generisches Vorgehen verlangt.

Das generische axiomatische Anforderungsmanagement-Modell (GAAM-Modell) stellt die mathematische und inhaltliche Verknüpfung zwischen den generischen Sphären der Projektphasen und einer probabilistischen Termin-, Ablauf-, und Ressourcenplanung her. Aus den interaktiven Abhängigkeitsbeziehungen zwischen den einzelnen Prozessschritten wird ein möglichst parallelisierter Prozessablauf abgeleitet und es wird festgelegt, wann welche Fragen mit den Partnern im Bauprozess zu klären sind.

Dadurch werden folgende Ziele erreicht:

- Beschleunigung der Planungs- und Bauprozesse durch weitestgehende Parallelisierung
- Verhinderung von Wiederholungen von Aktivitäten aufgrund unzureichender Vorgängerbetrachtung

Damit wird sichergestellt, dass eine kosteneffiziente, parallelisierte Durchführung von Planungs- und Bauaktivitäten (simultaneous engineering) möglich wird und die nicht wertschöpfenden Aktivitäten somit vermieden werden. Projekterfahrungen [4] zeigen jedoch, dass besonders bei Fast-Track-Projekten Pläne zehn und mehr Änderungsindizes aufwiesen, bevor gebaut werden konnte; manchmal traten Änderungen sogar noch nach der Ausführung auf, was mit erheblichen Kosten verbunden war. Die Gründe liegen darin, dass die dem Rohbau zeitlich nachgelagerten Gewerke mit ihren Auswirkungen auf den Rohbau zu spät geplant werden. Oft erfolgt z. B. von den TGA-Planern bei Schal- und Werkplänen nur eine Abschätzung von möglichen Leitungsführungen und -dimensionen. Bei der endgültigen TGA-Planung oder der Nutzerplanung des Ausbaus treten dann umfangreiche Rohbauänderungen auf, die technische Probleme bereiten sowie Terminverschiebungen und Kostenerhöhungen verursachen. Dies betrifft auch die Nutzeranforderungen, die oft zu spät geklärt werden; wenn sie noch nicht vollumfänglich gegeben sind, muss eine entsprechende Flexibilität in der Planung möglichst berücksichtigt werden. Das Anforderungsmanagement hat heute bei allen Projekten eine besondere Bedeutung, besonders jedoch bei funktional ausgeschriebenen Projekten. Zur Strukturierung der Bedarfsplanung liefert die DIN 18205 [23] ein gut strukturiertes Fragegerüst. Zur zielgerichteten Terminplanung der Planungs- und Ausführungsaktivitäten bedarf es jedoch innovativer, interakti-

ver und integrierter Planungsprozesse, um eine hohe Wertschöpfung zu erzielen und die Kundenzufriedenheit zu sichern.
Das Ziel der axiomatischen Planungstheorie [25] ist es, die Planung in vier „generische Sphären“ innerhalb der Projektphasen zu gliedern (Abb. 3.17):

- Besteller- / Bauherrensphäre
- Funktionalsphäre
- Physikalische Sphäre
- Prozesssphäre

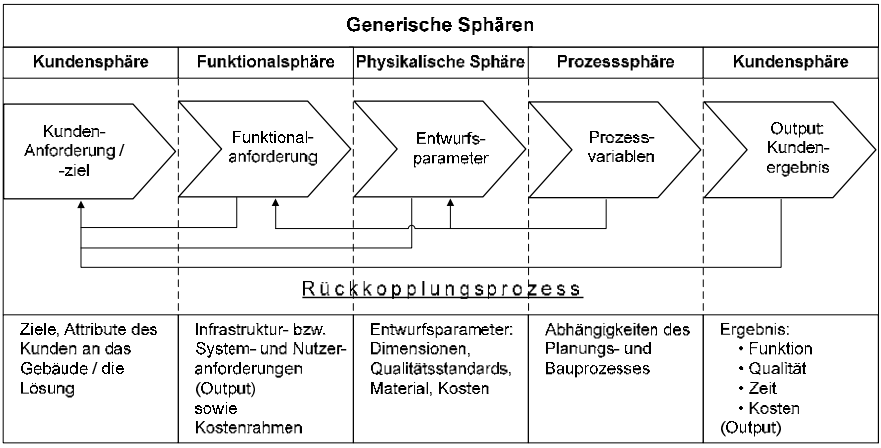


Abb. 3.17: Generische Sphären und Interaktionsprozess

In der Bauherrensphäre stehen die Kundenziele im Vordergrund; sie werden durch das systematische Anforderungsmanagement erfasst. Aus den Kundenzielen werden in der nächsten Stufe die funktionalen Anforderungen entwickelt und den Kundenzielen gegenübergestellt bzw. mit diesen in Relation gesetzt. Aus den funktionalen Anforderungen werden die Entwurfsparameter abgeleitet und in Relation zu den Funktionalanforderungen gesetzt. Danach erfolgt die Umsetzung in den Planungs- und Bauprozess. Um die Planung bzw. den Bau des jeweiligen Bauteils durchzuführen, ist es erforderlich festzustellen, welche Aktivitäten Vorläuferaktivitäten sind, (Abb. 2.7).

Der generische, axiomatische Prozess eines Fast-Track-Projekts verlangt eine hierarchische Gliederung des Systems bzw. Projekts (Abb. 2.7).

Daher wird das Projekt in

- Gesamtsystem – Standort, Gebäude
- Teilsystem – Geschosse, Räume
- Elemente – Decken, Wände, Fassade
- Eigenschaften – physikalische Eigenschaften, Materialien

untergliedert.

Zudem müssen die „upstream"-, „downstream"- und „lateral"–Abhängigkeiten durch die kybernetischen Informationsebenen und die Horizontalgliederung des Systems aufgedeckt und in Relationsmatrizen dargestellt werden.

Dabei bedeutet für den kybernetischen vertikalen Informationsfluss

- upstream / vorgängig – Vorgänger- bzw. Überordnungsabhängigkeit
- downstream / nachfolgend – Nachfolger- bzw. Unterordnungsabhängigkeit

und für die Horizontalgliederung

- lateral – Nachbarabhängigkeit auf gleicher Hierarchiestufe

Bildet man für die generischen Sphären (Abb. 3.17) die Prozessabhängigkeiten, so entwickeln sich

1. die Entwurfsparameter für jede Funktionalanforderung sowie
2. die Prozessabhängigkeiten aus den Entwurfsparametern.

Funktionale axiomatische Beziehungen zwischen den generischen Phasen

Zur Erfüllung der Funktionsanforderungen F_j gilt für die Entwurfsparameter E_i:

$$E_i = \left(D_{i1}, D_{i2}, \ldots, D_{in_D}\right) \cdot \left(F_1, F_2, \ldots, F_j, \ldots, F_{n_D}\right)^T$$

bzw.

$$\left(\underline{E_i}\right) = \left(\underline{D_{ij}}\right) \cdot \left(\underline{F_j}\right)$$

E_i: Entwurfsparameter i
F_j: Funktionsanforderung j
D_{ij}: Inhaltlicher Abhängigkeitskoeffizient des Entwurfsparameters i von der Funktionsanforderung j

Der Vektor der Entwurfsparameter

$$\left(\underline{E_i}\right) = \left(E_1, E_2, \ldots, E_i, \ldots, E_n\right)^T$$

muss die Funktionalität F_j eindeutig und ausreichend beschreiben.

Analog müssen die Planungs- und Bauprozesse so abgestimmt werden, dass zu jeder Planungs- und Bauaktivität die nötigen Prozessergebnisse aus den interaktiven „upstream"- und „lateral"-Aktivitäten bzw. die nötigen Entwurfsparameter mit dem Mindestwissen bzw. dem Mindestergebnis vorliegen.

$$\left(\underline{P_k}\right) = \left(\underline{B_{kl} \mid C_{ki}}\right) \cdot \left(\underline{\frac{P_l}{E_i}}\right)$$

$$P_k = \left(B_{k1}, B_{k2}, \ldots, B_{kl}, \ldots, B_{kn_B}\right) \cdot \left(P_1, P_2, \ldots, P_l, \ldots, P_{n_B}\right)^T + \left(C_{k1}, C_{k2}, \ldots, C_{ki}, \ldots C_{kn_C}\right) \cdot \left(E_1, E_2, \ldots, E_i, \ldots E_{n_C}\right)^T$$

B_{kl}:	Zeitlicher Abhängigkeitskoeffizient des Prozessschritts k vom Prozessschritt l
C_{ki}:	Zeitlicher Abhängigkeitskoeffizient des Prozessschritts k vom Entwurfsparameter i
E_i:	Entwurfsparameter i
P_k/P_l:	Prozessschritt (Planungs- und Bauaktivitäten) k bzw. l

Die kybernetischen Abhängigkeiten zwischen den generischen Sphären und axiomatischen Parametern sind in Abb. 3.18 dargestellt. Die Abhängigkeitskoeffizienten A_{ij} und B_{kl} und C_{ki} liegen im Wertebereich:

$$\left\{B_{kl}\,;\, C_{ki}\,;\, D_{ij}\right\} = \left[0\,;+1\right]$$

Dies bedeutet:

$\{B_{kl}\};\{C_{ki}\};\{D_{ij}\} = 0$	keine Abhängigkeit
$\{B_{kl}\};\{C_{ki}\};\{D_{ij}\} = 1$	volle Abhängigkeit von vorhergehender Aktivität
$\{B_{kl}\};\{C_{ki}\};\{D_{ij}\} = \{x \mid 0 \le x \le 1\}$	teilweise Abhängigkeit von vorhergehender Aktivität

Es gibt auch Fälle mit reversiver Abhängigkeit; dann gilt:

$$\{B_{kl}\};\{C_{ki}\};\{D_{ij}\} = \{x \mid -1 \le x \le 0\}$$

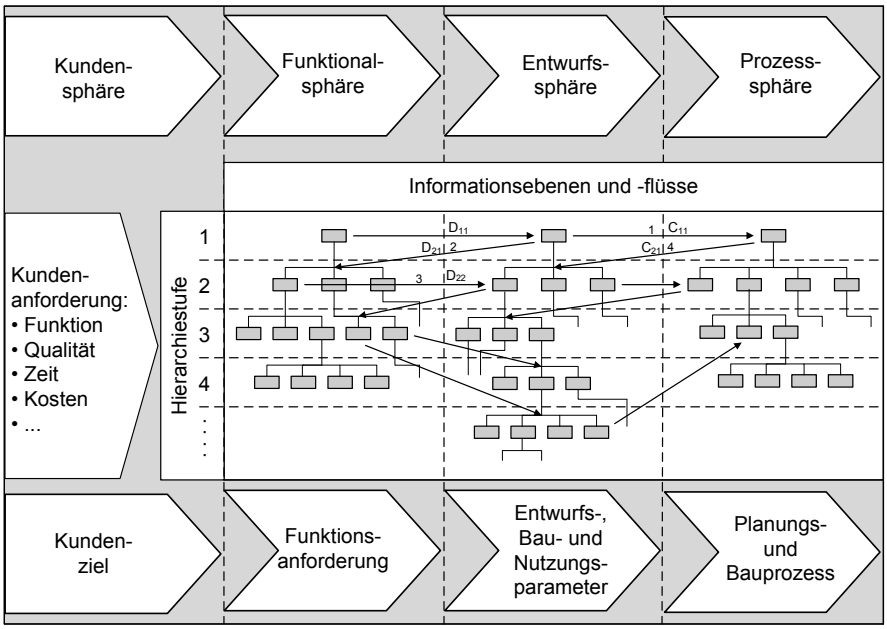


Abb. 3.18: Kybernetische Informations-Interaktionen zwischen den generischen Sphären

Die Abhängigkeitskoeffizienten geben den ungefähren Arbeitsaufwand der vorhergehenden bzw. parallelen Aktivitäts- bzw. Hierarchiestufen an, jedoch nicht den konkreten Informationsinhalt. Dies sollte im Bezug zum Abhängigkeitskoeffizienten in Listen festgehalten werden.

Ziel der axiomatischen Planungstheorie ist es, möglichst viele Projektaktivitäten zielorientiert zu überlappen, um damit den Planungs- und Bauprozess zu parallelisieren und den Wertschöpfungsprozess zu optimieren.

Die Beschleunigungsmöglichkeiten der nachfolgenden Aktivitäten hängen stark von der Sensitivität der vorhergehenden Aktivitäten ab. So sind z. B. nachfolgende Aktivitäten mit vorhergehenden Aktivitäten parallelisierbar, falls die Informationen in der vorhergehenden schnell für die nachfolgende ermittelt werden kann, ohne dass die vorhergehende fertig ist.

Interdependale Informationsdichte bei parallelen Prozessen

Die Überlappungsstrategie muss alle Abhängigkeitsbeziehungen und kybernetischen Informationsentwicklungsfortschritte berücksichtigen, um Fehler zu vermeiden.

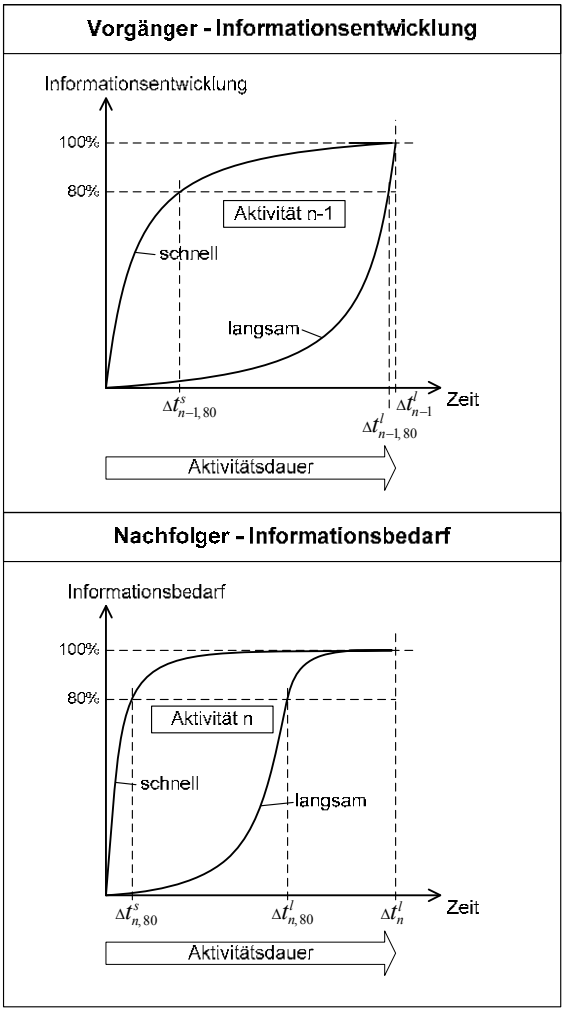


Abb. 3.19: Informationsentwicklung und -bedarfsanpassung

In Abb. 3.19 sind die möglichen prinzipiellen

- Vorgänger-Informationsentwicklungen und
- Nachfolger-Informationsbedarfsanforderungen

dargestellt.

Dabei ist in Abb. 3.19 die Informationsabhängigkeit von Vorgänger- und Nachfolger-Aktivitäten dargestellt, die sich langsam bzw. schnell entwickeln. Man kann beispielhaft erkennen, inwieweit Aktivitäten zeitlich überlappt werden können, wenn jeweils z. B. 80 % der Vorgängerinformation der Aktivität AK_{n-1} der Nachfolgeraktivität AK_n zur Verfügung stehen müssen. Zudem erkennt man, ob die Nachfolgeaktivität AK_n die Vorgängerinformation sehr schnell benötigt oder ob diese noch sehr spät (langsam) zur Verfügung gestellt werden kann.

Die zeitliche Prozessabhängigkeit $B_{n-1,n}$ von den Entwurfsdaten des Vorgängers n–1 ist in Abb. 3.20 dargestellt. Die zeitlichen Abhängigkeitskoeffizienten lassen sich wie folgt ermitteln:

$$B_{n-1,\,n} = \frac{\Delta\Delta t_{n-1,\,n}}{\Delta t_{n-1}} \qquad [-]$$

$B_{n-1,\,n}$: Zeitlicher Prozessabhängigkeitskoeffizient der Entwurfsaktivität n vom Entwurfsergebnis der Aktivität n–1

$\Delta\Delta t_{n-1,\,n}$: $\{\mathbb{R}^-;\mathbb{R}_0{}^+\}$ zeitliche Parallelisierung der Aktivitäten n–1 und n

Δt_{n-1}: Aktivitätszeit der Aktivität n–1

$t_{a,n}$: Anfang der Aktivität n

$t_{a,n-1}$: Anfang der Aktivität n–1

$t_{e,n}$: Ende der Aktivität n

$t_{e,n-1}$: Ende der Aktivität n–1

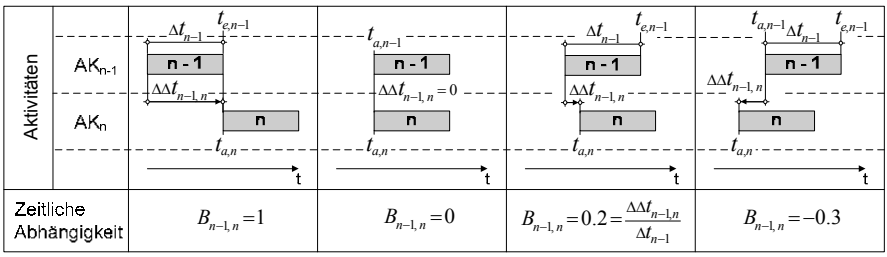


Abb. 3.20: Zeitliche Abhängigkeiten $B_{n-1,n}$

In Abb. 3.21 sind in der Vorgänger-Nachfolger-Informationsabhängigkeits-Matrix die Hauptfälle der Überlappung der Vorgänger-Nachfolger-Beziehungen dargestellt.

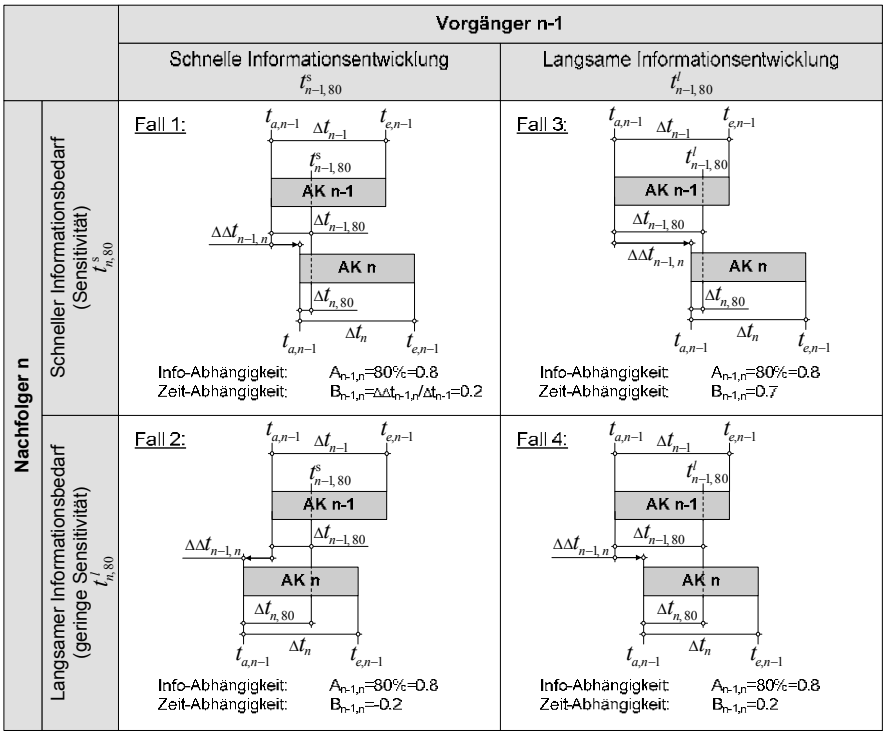


Abb. 3.21: Vorgänger-Nachfolger-Informationsabhängigkeitsmatrix – Auswirkungen der Informationsentwicklung bei den Vorgängern und des Informationsbedarfs der Nachfolger

Fall 1 – ist sensitiv, weil der Nachfolger schon fast ganz am Anfang 80 % und mehr an Informationen vom Vorgänger benötigt. In diesem Fall muss quasi die gesamte konsolidierte Information bereitgestellt werden. Der Nachfolger ist meist sensitiv gegenüber Änderungen des Vorgängers.

Fall 2 – ist nicht sensitiv, da dem Nachfolger die Information verteilt nach und nach interaktiv bereitgestellt werden kann. Kleinere Änderungen beim Vorgänger n–1 während des Prozesses n bis zum kritischen Zeitpunkt t_{krit} sind von geringem Einfluss.

Fall 3 – ist mittel-sensitiv für den Nachfolger n, da während der Abarbeitung der Aktivität n–1 die Informationen für die Aktivität n

auf hohem Konsolidierungsgrad sehr spät bereitstehen. Veränderungen im Ergebnis in der Endphase von n–1 sind meist nicht mehr zu erwarten, jedoch ist der Informationsbedarf in der Anfangsphase der Aktivität n sehr hoch. Bei Änderungen müsste die Anfangsleistung meist komplett wiederholt werden.

Fall 4 – ist ein nicht sehr sensitiver iterativer Prozess zwischen den Aktivitäten n–1 und n. Änderungen, meist aufgrund der langsamen Informationsentwicklung und des langsamen Informationsbedarfs, verursachen einen geringen zusätzlichen Arbeitsbedarf.

3.3.2 Beispiel zur Parallelisierung von Planungs- und Bauaktivitäten

Die Umsetzung der Bauplanung mittels Terminplanung erfolgt unter Berücksichtigung der Interaktionen der Ausführungsaktivitäten für Gebäudeteile und Bestellaktivitäten für Geräte sowie Materialien. Ziel muss es sein, die Bauausführung jederzeit mit gültigen und geprüften Plänen zu versorgen. Dabei treten bei der Parallelisierung von Bau- und Planungsprozessen z. B. bei einem Fast-Track-Brückenbauprojekt die in Abb. 3.22 dargestellten Probleme auf, da die Prozesse einen hohen Interaktionsgrad bei gleichzeitiger Parallelisierung aufweisen [4].

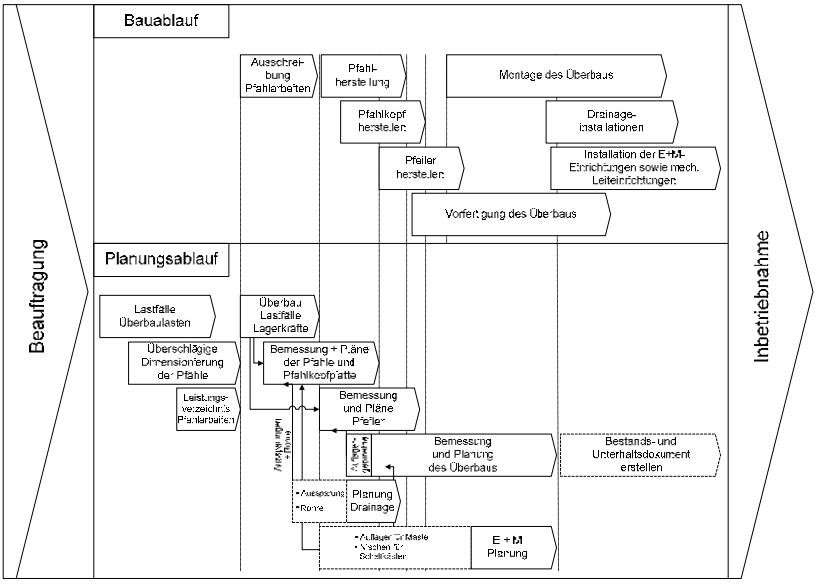


Abb. 3.22: Fast-Track-Brückenbau – vorgefertigter Überbau

Dabei kommt als Besonderheit hinzu, dass zur Dimensionierung und Planung der Pfähle und Pfahlkopfplatten alle Lastfälle des Überbaus, die Geometrie und damit die Auflagerkräfte mit einer überschlägigen Pfeilerberechnung vorliegen müssen, obwohl der Überbau erst Monate später endgültig dimensioniert und geplant werden muss (Abb. 3.22). Ferner müssen z. B. bei der Herstellung der Pfahlkopfplatte meist schon Rohre bzw. Aussparungen für die Drainage und Elektro- und Steuerungskabel vorgesehen werden.

Die Abhängigkeitsbeziehung zwischen dem Planungsprozess „Pfahl- und Pfahlkopfplanung“ und nachfolgenden und vorgängigen Entwurfsaktivitäten bzw. zu ermittelnden Entwurfsparametern ist in Abb. 3.23 dargestellt. Das bedeutet, dass diese Entwurfsparameter zeitlich vorgezogen werden müssen, um einen fehlerfreien, zielorientierten Planungsablauf zu sichern.

Ferner sind in Abb. 3.24 die inhaltlichen Abhängigkeitsbeziehungen zwischen Entwurfsparametern und Entwurfsvorbereitungen und Funktionalanforderungen dargestellt.

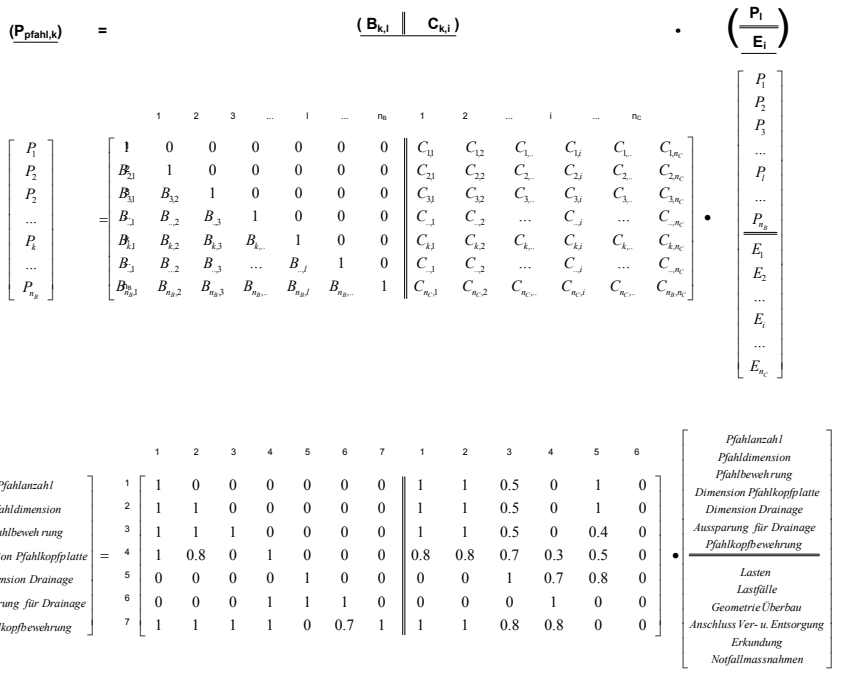


Abb. 3.23: Zeitliche Abhängigkeitsbeziehungen der Pfahl- und Pfahlkopfplanungsprozesse von den Prozess- und Entwurfsergebnissen vorheriger Planungsprozesse

$$(E_i) = (D_{ij}) \bullet (F_j)$$

$$\begin{bmatrix} \text{Lasten} \\ \text{Lastfälle} \\ \text{Geometrie Überbau} \\ \text{Anschluss Ver- u. Entsorgung} \\ \text{Erkundung} \\ \text{Notfallmassnahmen} \end{bmatrix} = \begin{array}{c} \\ 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \\ 6 \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cccccccc} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 & 8 \end{array} \\ \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0.5 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0.5 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0.5 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \end{array} \bullet \begin{bmatrix} \text{x m}^2 \text{ Brückenfläche} \\ \text{n Spuren} \\ \text{Spurbreite} \\ \text{Höhenlage} \\ \text{Lastklassen} \\ \text{Normen} \\ \text{Ver- u. Entsorgung} \\ \text{Notfälle} \end{bmatrix}$$

Abb. 3.24: Inhaltliche Abhängigkeitsbeziehungen zwischen den funktionalen Anforderungen des Brückenbauprojekts und den Entwurfsparametern

Damit lässt sich die axiomatische Beziehung zwischen funktionalen Entwurfsanforderungen und Prozessabhängigkeiten z. B. der Gründungsplanung (Pfähle / Pfahlkopf) herstellen. Mit Hilfe einer solchen generischen axiomatischen Vorgehensweise lassen sich besonders bei komplexen Projekten die Abhängigkeiten ermitteln, und darauf aufbauend lässt sich dann die deterministische oder probabilistische Termin- und Ressourcenplanung durchführen.

Die Planungsprozessbeziehungen ergeben sich wie folgt:

$$\left(\underline{P_{Bauteil\ x,k}}\right) = \left(\underline{B_{kl} \mid C_{ki}}\right) \cdot \underline{\left(\frac{P_{Bauteil\ x,l}}{E_i}\right)}$$

$\left(\underline{B_{kl}}\right)$: Zeitliche Abhängigkeitskoeffizientenmatrix der Prozessschritte k von den Prozessschritten l des Bauteils x

$\left(\underline{C_{ki}}\right)$: Zeitliche Abhängigkeitskoeffizientenmatrix der Prozessschritte k von den Entwurfsparametern i des Bauteils x

$\left(\underline{E_i}\right)$: Vektor der Entwurfsparameter i

$\left(\underline{P_{Bauteil\ x,k}}\right)$: Vektor der Prozessschritte (Planungs- und Bauaktivitäten) k des Bauteils x

Die Planungsprozesse hängen inhaltlich sowohl von den Ergebnissen vorheriger Planungsprozesse als auch von Entwurfsparametern ab. Diese Abhängigkeiten werden in den Matrizen $(\underline{B_{kl}})$ und $(\underline{C_{ki}})$ abgebildet. Im Vektor $(\underline{P_{Bauteil\ x,k}})$ werden die Prozesse entsprechend ihres Anfangszeitpunkts sortiert, d. h. die sequenzielle Nummerierung erfolgt rückwärts abgestuft in der Reihenfolge der Anfangsbeziehungen. Daraus resultiert, dass die Matrix $(\underline{B_{k,l}})$, in der die Abhängigkeiten der einzelnen Prozesse abgebildet werden, stets in der unteren Dreiecksform vorliegt. Auf der Diagonalen (Abhängigkeit eines Prozessschritts von sich selbst) steht immer der Wert eins, oberhalb der Diagonalen sind alle Abhängigkeitskoeffizienten gleich null. Bestünde eine Abhängigkeit zwischen einem Prozessschritt und dem Ergebnis eines erst später beginnenden Prozessschritts, was zu einem Eintrag ungleich null oberhalb der Diagonalen in der Abhängigkeitskoeffizientenmatrix $(\underline{B_{kl}})$ führen würde, so müssten die Prozessschritte neu sortiert und die Nummerierung geändert werden, da ein reibungsloser Prozessablauf sonst nicht möglich wäre.

Die inhaltliche Abhängigkeit der Entwurfsparameter, die zum Zeitpunkt der Angebotsabgabe bekannt sein sollten, und der funktionalen Anforderungen ergeben sich zu:

$$(\underline{E_i}) = (\underline{D_{ij}}) \cdot (\underline{F_j})$$

$(\underline{D_{ij}})$: Inhaltliche Abhängigkeitskoeffizientenmatrix der Entwurfsparameter i von den funktionalen Anforderungen j

$(\underline{E_i})$: Entwurfsparameter i

$(\underline{F_j})$: Funktionale Anforderung j

Da diese Abhängigkeiten sich auf den Zeitraum vor z. B. der Konzeptphase, also auch vor der Ausführung, beziehen, werden sie hier nur inhaltlich und ohne zeitliche Komponente dargestellt. Eine zeitliche Abhängigkeit liesse sich aber analog zu den Planungsprozessbeziehungen darstellen.

Da während der Bauproduktion Stillstandszeiten durch fehlende oder falsche Planung wegen der hohen Personal- und Gerätekosten kostenintensiv sind, gilt bei Fast-Track-Projekten ein Grundsatz:

> Die Planung muss vorlaufend und unter Berücksichtigung aller Prüf- und Genehmigungszeiten auf den Bauablauf abgestimmt werden.

Zudem müssen Änderungsarbeiten, die aufgrund unzureichender Entwurfsparameter oder unzureichender interaktiver Informationen aus der Planung nötig werfen, vermieden werden. Dies ist bei der Planung unbedingt zu berücksichtigen.

3.3.3 GAAM-Modell als Grundlage der Zeitplanungsmethoden

Mittels der Critical Path Method (CPM-Method) [27] bzw. in Kombination mit der „Program Evaluation and Review Technique“ (PERT) [28] oder neuerdings auch mit der „Graphical Evaluation and Review Technique“ (GERT) [29] erfolgt die Umsetzung der generischen axiomatischen Planungsbeziehungen in einen Terminplan.

Mit der PERT-Methode [28] lassen sich mögliche Streuungen der Aktivitätsdauern durch je drei Werte – Erwartungs-, Minimal- und Maximaldauer – innerhalb einer Verteilungsdichte charakterisieren.

$\Delta t_{EW,i}$: Modaldauer / Erwartungswert der Aktivität i

$\Delta t_{min,i}$: Minimaldauer der Aktivität i

$\Delta t_{max,i}$: Maximaldauer der Aktivität i

Damit ergibt sich der Erwartungswert (Modaldauer) der Aktivität i zu:

$$E(t_i) = \frac{\Delta t_{min,i} + 4 \cdot \Delta t_{EW,i} + \Delta t_{max,i}}{6}$$

Standardabweichung der Aktivität i:

$$\sigma_{T,i} = \frac{\Delta t_{max,i} - \Delta t_{min,i}}{2}$$

Varianz der Aktivität i:

$$\upsilon_i = \sigma_{T,i}^2$$

Die probabilistische Zeitdauer und der kritische Weg mit Erwartungswert und Varianz wird analog zur Monte-Carlo-Simulation ermittelt. Dabei werden die Zufallsereignisse bezüglich der Abweichung vom Erwartungswert durch Simulation ermittelt. Dabei gilt der zentrale Grenzwertsatz der Stochastik mit dem Erwartungswert des Projektendes:

$$E\left(T_{Ende}^{krit}\right) = \sum_{i=1}^{n} \left(E\left(t_i^{krit}\right)\right)$$

und der Streuung des Projektendes mit:

$$\sigma^2_{T,krit} = \sum_{i=1}^{n} \sigma^2_{t,krit,i}$$

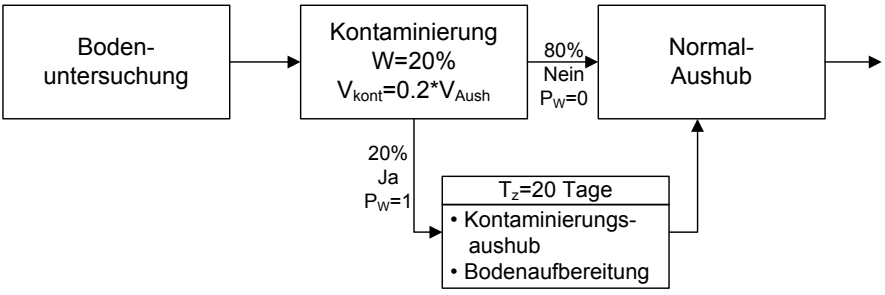
$E\left(T^{krit}_{Ende}\right)$: Erwartungswert des Projektendes auf dem kritischen Weg

$E\left(t^{krit}_{i}\right)$: Erwartungswert der Einzelaktivität auf dem kritischen Weg

$\sigma^2_{T,krit}$: Streubreite des Erwartungswerts des Projektendes

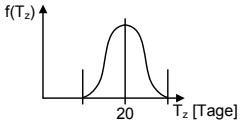
$\sigma^2_{t,krit,i}$: Streubreite der einzelnen Projektdauer auf dem kritischen Weg

n: Anzahl der Aktivitäten auf dem kritischen Weg



Risiko Bodenkontaminierung:

W = 20%	-	Eintretenswahrscheinlichkeit
$T_V = V_{Konta} = 0.2\ V_{Aush}$	-	Tragweite / Umfang möglicher Kontaminierung
T_z = 20 Tage	-	Tragweite Zeitverzögerung bei P_W=1



R_t = 20 Tage * 0.2 = 4 Tage - Risikoerwartung potenzieller Zeitverzögerung

Abb. 3.25: GERT – Berücksichtigung von Risikoaktivitäten

Die GERT-Methode [29] ermöglicht neben der probabilistischen Vorgangsdauervorgabe wie bei der PERT-Methode zusätzlich auch die Berücksichtigung von Risikoaktivitäten, die sich aus der Risikoanalyse ergeben. Wird z. B. das Risiko einer Baugrundkontaminierung beim Aushub als mögliche Unsicherheit identifiziert, so wird diese mit ihrer probabilistischen Auftretenswahrscheinlichkeit berücksichtigt (Abb. 3.25).

Die in der Risikoanalyse identifizierten Risiken, die zeitrelevant werden, werden bei der GERT-Methode alle als Risikoaktivitäten im Netzplan berücksichtigt. Da nicht alle Risiken in ihrer vollen Tragweite oder überhaupt auftreten, bietet die Simulation des Bauablaufs mit der GERT-Methode eine realistische Basis für die risikobasierte Terminplanung unter Berücksichtigung der Ergebnisse des Risikomanagements [33]. Dabei werden in jedem Simulationslauf aufgrund der

- Verteilungsfunktion $F(T_i)$ der Aktivitätsdauer $A(T_i)$ im Intervall $(T_{i,min}, T_{i,max})$ mittels Zufallsvariablen $Z_{A(T_i)} = \left\{ Z_{A(T_i)} \in \mathbb{R}^+ \,\middle|\, 0 \le F(T_i) \le 1 \right\}$ die Ausprägung von T_i im Gültigkeitsintervall bestimmt, sowie aufgrund der
- Zufallsvariablen Z_{W_j} der Eintretenswahrscheinlichkeit $P_{W_j} = \alpha_j$ mit der Ausprägung $W_j = (0 \vee 1)$ des Einzelrisikos j bestimmt, ob das Risiko eintritt oder nicht. Dabei wird im Rahmen des Szenario-Samplings [33] $Z_{W_j} = 0$ mit einer Häufigkeit von ca. $1 - \alpha_j$ auftreten und $Z_{W_j} = 1$ mit einer Häufigkeit von α_j. Die zweite Zufallszahl $Z_{R(T_j)}$ bei Risikoaktivitäten bestimmt dann aus der Verteilungsfunktion $F_j(R(T_j))$ der Risikoaktivität R_j die zeitliche Ausprägung der Risikoaktivität im Gültigkeitsintervall $(R_{j,\min}(T_j), R_{j,\max}(T_j))$.

In jedem Iterationslauf wird dann die Projektdauer ermittelt. Diese ist dann normalverteilt nach dem zentralen Grenzwertsatz der Stochastik.

Mittels des generischen axiomatischen Ansatzes erhält das Anforderungsmanagement eine mathematische Relationsverknüpfung zwischen den prozessbestimmenden Sphären und der probabilistischen Termin- und Ablauf- sowie Ressourcenplanung. Dadurch kann das Anforderungsmanagement projektübergreifend formalisiert werden. Die projektübergreifende Formalisierung erfordert projektartenspezifische Forschung, um die neuen innovativen Projektabwicklungsformen, die einen weitgehend integralen Ansatz verfolgen (CM, TU, GU, Lebenszyklusanbieter), noch effizienter zu machen. Dadurch werden Zeit und Kosten eingespart, und der Bauherr wird seine Bedürfnisse gezielter klären können. Anforderungsmanagement ist heute eine zentrale Aufgabe bei allen Projektabwicklungsformen, um die Zielvorstellungen des Bauherrn schnell und zielsicher zu konkretisieren. Damit steht bereits frühzeitig fest, was für Kosten zu erwarten sind und in welchem interaktiven zeitlichen Rahmen die ausstehenden Fragen unter den Partnern geklärt werden müssen.

3.4 Rendite- und Kostensteuerung in Bauprojekten

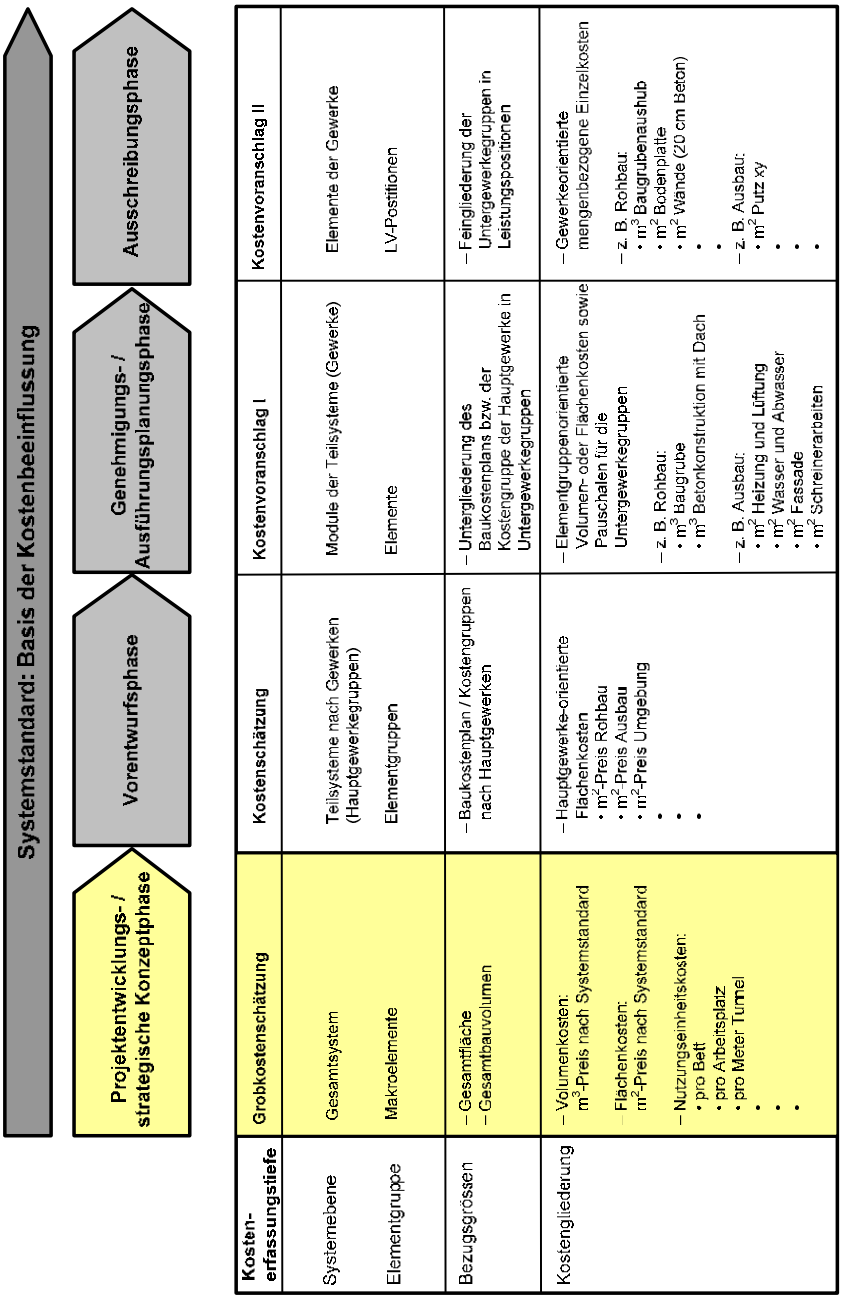
3.4.1 Einleitung

Die heutige Baupraxis ist immer wieder durch Kostenüberschreitungen gekennzeichnet. Ursprüngliche Investitionsziele des Bauherrn werden im Lauf des Bauprozesses oft sukzessive überschritten, ohne dass frühzeitig eine Analyse hinsichtlich der Beeinflussung bzw. Gefährdung der Renditeziele erfolgt. Dies trifft nicht nur bei Kleinprojekten, sondern auch bei vielen Grossprojekten von privaten wie auch öffentlichen Investoren zu [34], [35], [36], [37], [38], [39], [40].

Besonders bei Grossprojekten sollte man annehmen dürfen, dass aufgrund der Konzentration von Spezialisten – einschliesslich Projektsteuerern – solche Kostenüberschreitungen nicht eintreten sollten. Sicherlich gibt es professionelle Bauherren und Projektsteuerer, die das Instrumentarium und die formale und/oder intuitive Fähigkeit haben, Projekte so zu steuern, dass man von einem Target-Costing-Prozess sprechen kann.

In der baubetrieblichen Forschung und Praxis sind keine holistischen, kybernetischen Rendite- und Kostensteuerungsprozessmodelle bekannt, die, ausgehend von den prognostizierten lebenszyklusorientierten Mieteinnahmen und Betriebs- sowie Unterhaltskosten, die Investitionskosten über den gesamten Bauprozess unter Beachtung der Systemanforderungen, die dem Mietniveau zugrunde liegen, zielorientiert steuern.

Die Rolle der Bauwirtschaft – besonders der Projektentwickler, Totalunternehmer und Systemanbieter – muss es jedoch sein, den Bauherrn mit einem klaren, transparenten, holistischen Kostensteuerungsprozess in allen Entscheidungen zu führen und die Konsequenzen hinsichtlich Investitionskosten und Wertminderung bzw. Wertsteigerung, besonders bezüglich der Rendite bei Änderungen der Anforderungen/Ansprüche, über den gesamten Lebenszyklus aufzuzeigen.



Kosten-erfassungstiefe	Grobkostenschätzung	Kostenschätzung	Kostenvoranschlag I	Kostenvoranschlag II
Systemebene	Gesamtsystem	Teilsysteme nach Gewerken (Hauptgewerkegruppen)	Module der Teilsysteme (Gewerke)	Elemente der Gewerke
Elementgruppe	Makroelemente	Elementgruppen	Elemente	LV-Positionen
Bezugsgrössen	– Gesamtfläche – Gesamtbauvolumen	– Baukostenplan / Kostengruppen nach Hauptgewerken	– Untergliederung des Baukostenplans bzw. der Kostengruppe der Hauptgewerke in Untergewerkegruppen	– Feingliederung der Untergewerkegruppen in Leistungspositionen
Kostengliederung	– Volumenkosten: m^3-Preis nach Systemstandard – Flächenkosten: m^2-Preis nach Systemstandard – Nutzungseinheitskosten: • pro Bett • pro Arbeitsplatz • pro Meter Tunnel • • •	– Hauptgewerke-orientierte Flächenkosten • m^2-Preis Rohbau • m^2-Preis Ausbau • m^2-Preis Umgebung • • •	– Elementgruppenorientierte Volumen- oder Flächenkosten sowie Pauschalen für die Untergewerkegruppen – z. B. Rohbau: • m^3 Baugrube • m^3 Betonkonstruktion mit Dach • • – z. B. Ausbau: • m^2 Heizung und Lüftung • m^2 Wasser und Abwasser • m^2 Fassade • m^2 Schreinerarbeiten	– Gewerkeorientierte mengenbezogene Einzelkosten – z. B. Rohbau: • m^3 Baugrubenaushub • m^2 Bodenplatte • m^2 Wände (20 cm Beton) • • – z. B. Ausbau: • m^2 Putz *xy* • • •

Abb. 3.26: Kybernetischer Kostenstrukturplan

3.4.2 Stand der Praxis und Forschung

In der Praxis gibt es klare Gliederungsstrukturen, um darauf ein kybernetisches, mathematisch ausgerichtetes Kostensteuerungsprozessmodell aufzubauen. Solche Gliederungsstrukturen dienen zur sequenziellen, sich verdichtenden Kostenermittlung in den Projektphasen gemäss dem Immaterialitätsgrad und der Entwicklung des Detaillierungsgrads des Bauprojekts von der Grob- zur Feingliederung. Basis der Kostenermittlung in allen Phasen sind Flächen- und Volumendimensionen sowie Mengen. Die phasenorientierte Kostenermittlung hat den in Abb. 3.35 dargestellten Verdichtungsgrad. Sie ist meist in nationalen Vorschriften wiedergegeben, wie z. B.:

- Kostenbezugsgrössen (Flächen- und Rauminhalte)
  - DIN 277 Teil 1 [41] und Teil 2 [42]
  - SIA 416 [43]

- Baukostengliederung
  - DIN 276 [44]
  - SN 506500 [45] und SN 506502 [46]

- Betriebskostengliederung
  - DIN 18960 [47], DIN 32736 [48], GEFMA 200 [49]
  - SIA Dokumentation d 0165 [50]

- Baukostenkennwerte (Volumen-Elementkosten)
  - Baukostenkennwert-Katalog (BKK) [51]
  - Standard-Analysen SBV [52]

- Betriebskostenkennwerte
  - liegen bei den Eigenbesitzern und Betreibern von baulichen Anlagen zum Teil vor

Meyer-Meierling [53] hat die Struktur einer solchen Baukostenermittlung für die Praxis unter Berücksichtigung der Schweizer Normen zusammenhängend vom Groben zum Feinen dargestellt.

Den Begriff der Kostensteuerung sucht man in den üblichen Standardwerken der betriebswissenschaftlichen Begriffsdefinition vergeblich. Dieser Begriff wird dort inhaltlich lediglich im Zusammenhang mit Kostenplanung, Kalkulation oder Controlling verwendet; in der allgemeinen betriebswirtschaftlichen Literatur findet jedoch keine ausführliche separate Begriffsdefinition und Beschreibung statt [56], [57].

Die Baubetriebswissenschaften beschäftigen sich jedoch schon seit einigen Jahren spezifisch mit dem Thema der Kostenplanung und -steuerung in den Bauprozessen. Der Hintergrund ergibt sich aus den vielen Kostenüberschreitungen in der Baupraxis.

Koll [58] stellt allgemeine Überlegungen zum Kostenmanagement in Grossprojekten anhand eines anspruchsvollen Beispiels an. Gressler [59] beschäftigt sich mit dem Kostenrisiko und wie es durch eine tiefgreifende Strukturierung in Einzelkostenbestandteile eingegrenzt werden kann. Boenert et al. [60] und Siemon [61] gehen von der systematischen Kostenstruktur der DIN 276 aus und stellen Überlegungen zur Zielkostenplanung im Bauprozess an.
Seifert und Preussner [62] erläutern die DIN 276 als Grundlage der Kostenplanung sowie deren Anwendung. Diederichs [63] setzt sich mit der Kostensicherheit im Hochbau auseinander.
Weeber und Bosch [64], [65] zeigen die Wechselwirkung zwischen Vergabeverfahren, Projektsteuerung, Planung, Ausschreibung und Bauüberwachung auf die Handhabung der Kostensteuerung auf. Keller [66] beschäftigt sich neben Wirtschaftlichkeitsberechnungen hauptsächlich mit der norm- und praxisgerechten Kostenermittlung. Das BKI-Handbuch [67], [68] stellt statistisch ermittelte Einheitskosten für verschiedene Aggregationsebenen als wichtige Grundlage für eine systematische Kostenplanung bereit. Damit erhält man nach DIN 276 für verschiedene Gebäudetypen und Bauelemente Planungskennwerte für Flächen und Rauminhalte. Schach [69] erschliesst in seinem Werk die Kostenstruktur und vor allem die Kostenfrüherkennung anhand einer Vielzahl von Beispielen. Damit wird sichergestellt, dass die kostenbeeinflussenden Elemente der Planung im Frühstadium der Projektentwicklung und Vorplanung in einem Ursachen-Wirkungsnachweis erkannt und bewertet werden können.

Drees und Paul [70] und Girmscheid und Motzko [55] beschäftigen sich mit der Kostenkalkulation. Dabei gehen letztere sowie Girmscheid und Busch [71] besonders auf die Risikobetrachtung von Bauproduktionskosten ein.

Blödorn [72] beschreibt eine Kostenkontrollsoftware, gegliedert nach Kostengruppen, Kostenstellen und Kostenträgern für die Ausschreibung, Vergabe und Abrechnung (AVA). Er beginnt allerdings auf LV-Basis, indem er die Informationen ähnlicher Projekte auswertet und die Kosten auf das neue Projekt überträgt.

Der Stand der Forschung und auch die Praxisliteratur konzentrieren sich auf die Frage der Rendite- und Kostenplanung und Erfassung in der Planungs- und/oder Ausführungsphase, jedoch fehlt ein holistisch lebenszyklusorientierter mathematischer Ansatz, der die Kosten probabilistisch von der Projektentwicklung bis zur Fertigstellung steuert und den Bezug zur Marktseite der baulichen Anlage bezüglich Systemstandard, Standort, Raumangebot, Mietniveau sowie zur Kostenseite über den Lebenszyklus herstellt. Auf einem solchen holistisch kybernetischen Steuerungsprozessmodell können dann die Prozessstrukturen in den Projektphasen angepasst werden, um für den Bauherrn ein zielorientiertes Ergebnis zu erreichen. Daher muss dieses Modell lebenszyklusorientiert sein und von den zukünftig erzielbaren Einnahmen oder dem Nutzen des definierten Systemanforderungsniveaus ausgehen, um daraus die Kostenseite für die Investition und den Betrieb unter Beachtung des Systemanforderungsniveaus zu steuern. Das Modell muss inhärent kybernetisch sein, damit die Kosten in allen Phasen des Bauprozesses, in dem die Systemgestaltung stattfindet, zielorientiert gesteuert werden können. Im Nutzungs- und Betriebsprozess können nur noch die Kosten optimiert werden, die das System bereits in einer Bandbreite unabdingbar determiniert.

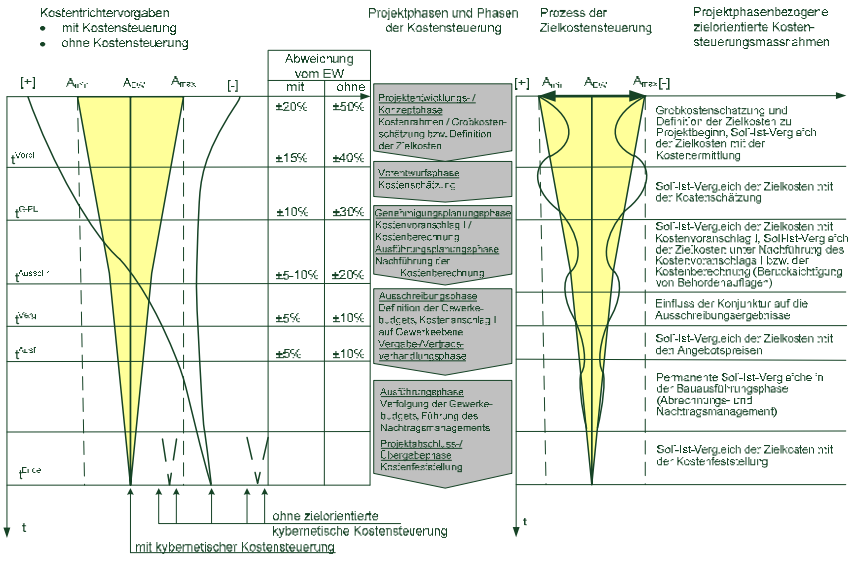


Abb. 3.27: Prozessphasen der kybernetischen Kostensteuerung und Auswirkungen auf die Kosteneinhaltung

3.4.3 Holistisch kybernetisches Rendite- und Kostensteuerungsprozessmodell

Die Zielsetzung des holistisch kybernetischen Rendite- und Kostensteuerungsprozessmodells ist es, die Einflussmöglichkeiten auf die Kostenentwicklung und den Systemstandard während der gestaltenden Projektphasen eines Bauprojekts aufzuzeigen (Abb. 3.27). Es wird gezeigt, welche Interventionsmöglichkeiten in den Hauptprojektphasen zur Steuerung des Systemstandards und der Kostenentwicklung gegeben sind. Diese Steuerungsmöglichkeiten werden in ihren funktionalen Abhängigkeiten mathematisch formuliert.

Somit werden Gestaltungs- und Handlungsmöglichkeiten mit ihrer lebenszyklusorientierten Wirkung von der Projektentwicklungs- bzw. Konzeptphase bis zur Fertigstellungsphase aufgezeigt. Die Nutzungsphase hat keine systemgestalterische Alternative, sondern nur Optimierungs-möglichkeiten im gewählten System, das im Projektzeitraum von der Konzeption bis zur Realisierung bezüglich der Investitionskosten und des Systemstandards sowie der Bandbreite der Betriebskosten grundsätzlich nur gesteuert werden kann. Daher wird die kybernetische Kostensteuerung durch einen Prozess von Rückkopplungs- und Iterationsschleifen erreicht, um mit dem immer höheren Informationsstand in den fortschreitenden Projektphasen eine Zielsteuerung und Zielüberprüfung vorzunehmen.

Das holistisch kybernetische Rendite- und Kostensteuerungsprozessmodell (Abb. 3.28) besteht aus folgenden Modulen:

- Strategische Projektentwicklungs-/Konzeptphase – Prognose der Rendite aus Lebenszyklusbetrachtung mit
  - Einnahmeseite: Mietniveau / Systemstandard / Flächennutzung
  - Ausgabenseite: Grobkostenschätzung des Investitionsvolumens / der Unterhaltsausgaben

- Vorentwurfs-/Vorprojektphase – Kostenschätzung auf Hauptkostengruppen der Gewerke
  - Kosten- und Systemstandardsteuerung auf Elementgruppenkostenebene mit
  - Anpassung der Systemanforderungen in den Werkgruppen

- Genehmigungs- und Ausführungsplanungsphase – Kostenvoranschlag I, untergliedert in Werkgruppen und Untergewerkegruppen
  - Kosten- und Systemstandardsteuerung auf Teilsystem- bzw. Elementebene in den Werk- und Untergewerkegruppen

- Ausschreibungsphase – Kostenvoranschlag II, untergliedert in Leistungspositionen der Werkgruppen
  - Kosten- und Systemstandardsteuerung durch Berücksichtigung kostengünstigerer Lösungen bei gleichem Standard

- Realisierungsphase – Kosten- und Leistungssteuerung des Bauproduktionsergebnisses (Bauherr) und des Bauproduktionsprozesses (Unternehmer)

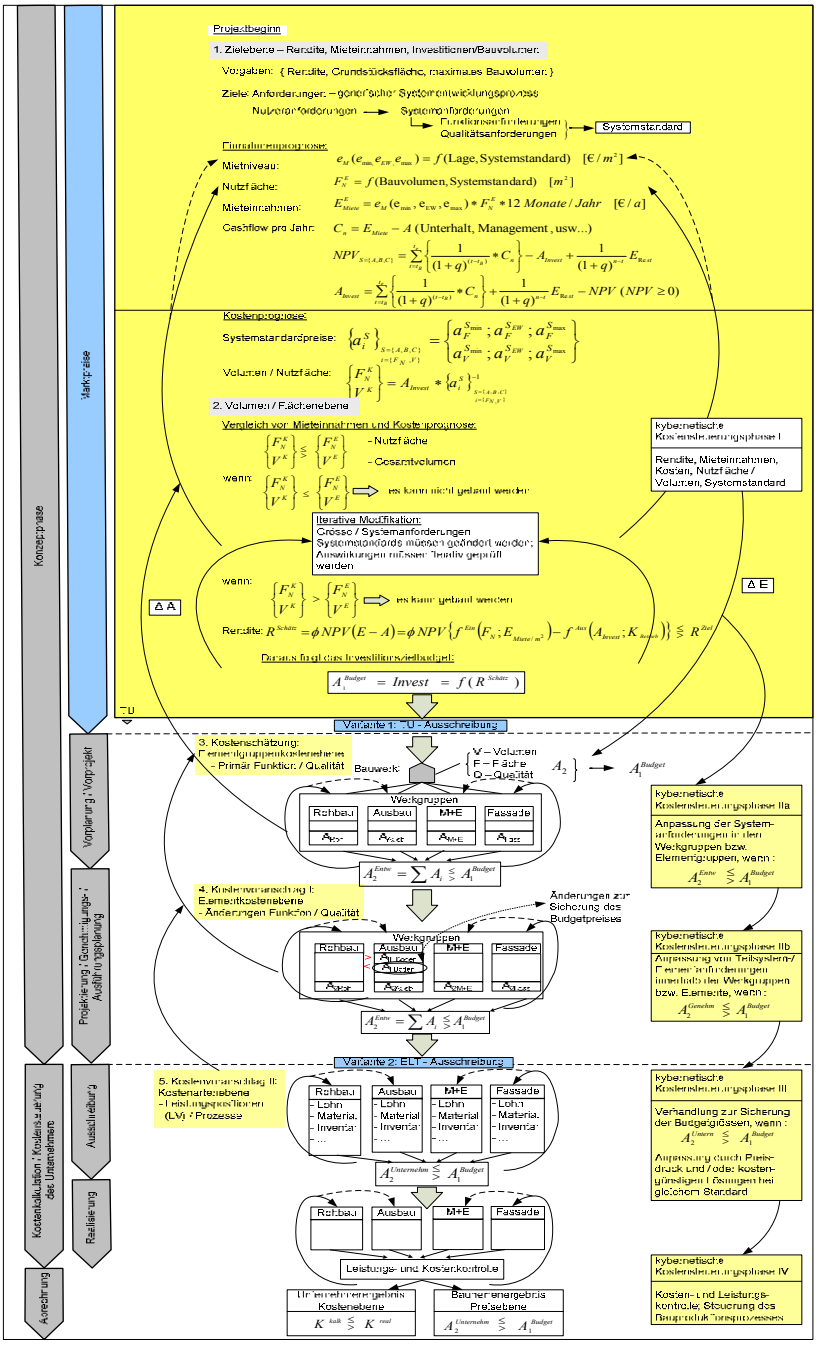


Abb. 3.28: Holistisch kybernetisches Rendite- und Kostensteuerungsprozess-modell

3.4.3.1 Konzeptphase – Projektentwicklung

Die Projektentwicklung ist ein deterministischer probabilistischer Prognoseprozess. Der Bauherr oder Projektentwickler hat auf der Zielebene meist

- das Projektportfolio mit Projektarten und geografischer Fokussierung und
- die Renditeziele bis zur Investition (meist Investor) oder über den gesamten Lebenszyklus (meist Eigenbesitzer)

definiert.

Aufbauend auf dieser Zielebene (Abb. 3.28) wird die Marktnachfrage erforscht und bewertet. Nach der Identifizierung von positivem Entwicklungspotenzial werden nachfrageadäquate Grundstücke identifiziert und akquiriert. Aufgrund des Nachfragesegments, der Lage des Grundstücks und der damit verbundenen lebenszyklusorientierten Attraktivität für den Nutzer ergeben sich

- das Mietniveau und
- der Systemstandard

der potenziell zu entwickelnden Immobilie.

Bereits in dieser Phase muss das generisch-axiomatische Anforderungsmanagement die grundsätzlichen Nutzeranforderungen feststellen und in Systemanforderungen überführen [73]. Die Systemanforderungen werden in

- Funktionsanforderungen und
- Qualitätsanforderungen

untergliedert.

Diese ergeben den so genannten Systemstandard. Basierend auf der Grundstückslage und dem Systemstandard lässt sich z. B. das zukünftige Bruttomietniveau e_B^M [€/m^2 und Monat] ermitteln.

Mit Hilfe des folgenden mathematischen Prognosemoduls des kybernetischen Kostensteuerungsprozessmodells kann man den Investitionsrahmen A_{Budget}^{Invest} für das Projekt *(P)* bestimmen.

Prognosemodul zur Bestimmung der Investitionskosten
Im ersten Schritt der analytischen Konzeptphase wird aus der prognostizierten Mieteinnahmeseite das Investitionsvolumen bestimmt, das unter Beachtung der dem Mieteinnahmekonzept hinterlegten Systemanforderungen eine vorgegebene Rendite gewährleistet.

Einnahmeseite (Nutzflächen-/Mietprognose)

Eingangsgrössen:

- Grundstücksgrösse F^{Grund} [m²]
- Bebauungsparameter $F^{Bebau} = f_1\left(F^{Grund}; \alpha^{Bebau}\,[\%]\right)$ [m²]
  $V^{Bau} = f_2\left(F^{Grund}; h^{Bebau}\right)$ [m³]

F^{Grund} – *Grundstücksfläche*
F^{Bebau} – *Bebaubare Fläche*
V^{Bau} – *Bauvolumen*
α^{Bebau} – *Grundstücksausnutzungsziffer*
h^{Bebau} – *Höhe der Bebauung*
n^{Bebau} – *Anzahl der Stockwerke*

Systemstandard:

$$\left\{S^i\right\} = \left\{\left(S^{Rohbau}\right); \left(S^{Ausbau}\right); \left(S^{M+E}\right); \left(S^{Fass}\right); \left(S^{Auss}\right)\right\}$$

$$\left\{S^i\right\} = f_3\left(Funktionsanforderung, Qualitätsanforderung\right)$$

Dabei ist zu beachten, dass der Systemstandard in Intervallbreiten schwankt:

$$\left\{S^i_{\min}; S^i_{EW}; S^i_{\max}\right\}$$

Abgeleitete Erfahrungsgrössen:
Mietniveau: $\left\{e_{\min}; e_{EW}; e_{\max}\right\}_0 = f\left(Lage, Systemstandard\right)$
[€/m² und Monat] zum Zeitpunkt der Betrachtung $t = t_0$

Nutzfläche / Mietfläche: $\left\{F_{N,EW}\right\} = f\left(V^{Bau}; \left\{S^i\right\}_{EW}\right)$ [m²]

Auch die Nutzfläche / Mietfläche kann in den Intervallgrenzen $\{F_{N,\min}; F_{N,EW}; F_{N,\max}\}$ schwanken und trotzdem die Systemstandards $\{S^i\}\Big|_{\min}^{\max}$ erfüllen.

Jährliche Mieteinnahmen:

$$\{E_{\min}^{Miete}; E_{EW}^{Miete}; E_{\max}^{Miete}\}_t^T = \{F_{N,\min}; F_{N,EW}; F_{N,\max}\}^T * \{e_{\min}^M; e_{EW}^M; e_{\max}^M\}_{Mon}^T * 12$$

[€/Jahr]

Mit diesen Intervallansätzen erhält man die Entscheidungsbandbreite, in welcher der kybernetische Steuerungsprozess zielorientierte Entscheidungen herbeiführen kann.

Kostenseite / Ausgabenseite (Grobkostenschätzung)

Die lebenszyklusorientierte Ausgaben- bzw. Kostenseite enthält folgende Hauptelemente:

$A_{t_0}^{Gr}$ - Grundstückskosten/-ausgaben

$A_{\chi,t_{0,EW}}^{Invest} = A_{\chi,t_0}^{Pl} + A_{\chi,t_0}^{Bau}$ - Planungs- und Baukosten/-ausgaben

$A_{\chi,t,EW}^{Betr}$ - Betriebskosten und Unterhaltskosten bzw. -ausgaben, die nicht Teil der Nebenkosten der Miete sind

$A_{\chi,t,EW}^{Inst,\nu}$ - Instandsetzungen von Bauelementen ν

$A_{\chi,t,EW}^{Ern,\nu}$ - Erneuerungen von Bauelementen ν

Die Ausgabenseite ist – wie die Einnahmeseite – mit Unsicherheiten verbunden, so dass auch hier alle Ansätze in Intervallen gelten.

Teuerungsindex und Diskontierung

Bei der Ermittlung des Net Present Value bzw. Barwerts muss zwischen Diskontierungssatz und Teuerungsindizes unterschieden werden. Im Regelfall sind nur die heutigen Preise sowie Ausgaben bzw. Kosten für Löhne, Materialien etc. bekannt. Deswegen müssen die heutigen Preise und Ausgaben für Leistungen bzw. Kosten entsprechend der zu erwartenden Preis-, Lohn-, Material- bzw. Produktivitätssteigerungen hochgezinst werden.

Die Kosten-, Ausgaben- bzw. Marktpreisentwicklung ergibt sich aus der allgemeinen Inflation (Warenkorbpreissteigerung) oder differenziert nach Ausgaben- bzw. Kostenarten und wird durch die Teuerungsindizes der Hauptpreiselemente ausgedrückt:

$$(\underline{\mu I}) = \begin{bmatrix} PI \\ LI \\ MI \\ MietI \\ EnergI \\ etc. \end{bmatrix} \quad \begin{matrix} -Preisindex \\ -Lohnindex \\ -Materialindex \\ -Mietindex \\ -Energieindex \\ -etc. \end{matrix}$$

Die Preissteigerungsprognosen für Material und Instandsetzung sowie Erneuerung können auf der Basis vergangenheitsbezogener Statistiken der Fachverbände und der statistischen Ämter entwickelt werden.

Somit können die Einnahmen $E^i_{\chi,t}$ und Ausgaben $A^i_{\chi,t}$ zum Zeitpunkt t als Cash flow $C^i_{\chi,t}$ dargestellt und durch Hochzinsen von heutigen Einnahmen $E^i_{\chi,0}$ und Ausgaben $A^i_{\chi,0}$ (Preisen) bzw. des Cash flows $C^i_{\chi,0}$ ermittelt werden:

$$\left(\underline{C^i_{\chi,t}}\right) = f\left(A^i_{\chi,t}; E^i_{\chi,t}\right)$$

$$\left(\underline{C^i_{\chi,0}}\right) = f\left(A^i_{\chi,0}; E^i_{\chi,0}\right)$$

$$\left(\underline{C^i_{\chi,t}}\right) = \left(\underline{C^i_{\chi,0}(1+\mu I)^{t-t_B}}\right)$$

Neben den Teuerungsindizes für Leistungen muss die Geldwertentwicklung auch durch den Realzins berücksichtigt werden, um daraus den Diskontierungssatz für den Net Present Value (NPV) zu ermitteln. Dieser Realzins bzw. Diskontierungszinssatz setzt sich aus

- Nominalzins und
- Risikosatz

zusammen.

Der Realzins bzw. Diskontierungssatz ergibt sich zu:

Nominalzinsfaktor:	NF= (1+p)	
Risikofaktor:	RF= (1+r)	
Diskontierungssatz:	DF= NF*RF	
	DF= (1+p)(1+r)	mit r*p << {r;p}
	DF= (1+r+p)=(1+q)	

Dabei ist zu beachten, dass der Nominalzinsfaktor die Höhe der Rendite widerspiegelt.

Für n Jahre ergibt sich der Diskontierungszinssatz zu:

$$DF^n=(1+r+p)^n=(1+q)^n$$

Die Geldwert- und Ausgabenentwicklungen können nur in Bandbreiten geschätzt werden. Die Szenarien über die Zeit findet man bei Girmscheid [74] (Abb. 3.29).

Probabilistischer Ansatz der Eingangsgrössen

Da nicht alle unabhängigen Einflussgrössen der NPV-Analyse für die Projektentwicklungsentscheidung für eine Monte-Carlo-Simulation bzw. stochastische Berechnung exakt vorliegen, müssen die Ansätze für die

- Ausgaben / Einnahmen
- Teuerungsfaktoren
- Realzins / Diskontierung

in probabilistischen Bandbreiten ermittelt werden, z. B. aus Erfahrungswerten bzw. Datenbanken für Ausgaben und Einnahmen:

$$\left(\underline{A^i_{\chi,0}}\right)=\left(\underline{A^i_{\chi,0,\min}}\middle|\ \underline{A^i_{\chi,0,EW}}\middle|\ \underline{A^i_{\chi,0,\max}}\middle|\right)$$

$$\left(\underline{E^{Miete}_{\chi,0}}\right)=\left(\underline{E^{Miete}_{\chi,0,\min}}\middle|\ \underline{E^{Miete}_{\chi,0,EW}}\middle|\ \underline{E^{Miete}_{\chi,0,\max}}\middle|\right)$$

$$\left(\underline{E^{Rest}_{\chi,0}}\right)=\left(\underline{E^{Rest}_{\chi,0,\min}}\middle|\ \underline{E^{Rest}_{\chi,0,EW}}\middle|\ \underline{E^{Rest}_{\chi,0,\max}}\middle|\right)$$

Teuerungsfaktoren:

$$(\mu I) = (\mu I_{\min}, \mu I_{EW}, \mu I_{\max})$$

Diskontierungssatz:

$$(q) = (q_{\min}, q_{EW}, q_{\max})$$

Diese Einflussgrössen, die nur in Bandbreiten vorliegen, werden mangels genauer bzw. statistisch abgesicherter Ist-Daten mittels probabilistischer

- Dreiecksdichtefunktion bzw.
- BetaPERT-Dichtefunktion

bezüglich der Auftretensausprägung artikuliert.

Für eine Dreiecks- oder BetaPERT-Dichtefunktion gilt:

$$f(\chi_j^i) = \Xi(\chi_{j,\min}^i; \chi_{j,EW}^i; \chi_{j,\max}^i)$$

$$\text{mit}: \quad \Xi = \{\Xi | \Xi = \text{Dreiecksdichtefunktion} \vee .. \vee \Xi = \text{BetaPERT} - \text{Dichtefunktion} \vee ...\}$$

Damit sind die Eingangsgrössen für eine NPV-Berechnung mittels Monte-Carlo-Simulation (MSC) gegeben.

Net Present Value

Nach Girmscheid [74] kann der Erwartungswert des Net Present Value der baulichen Lösung χ des Systemstandards S über den Betrachtungszeitraum t=n, bezogen auf den Betrachtungszeitpunkt t_B (Abb. 4.45), wie folgt berechnet werden:

$$NPV^{S}_{\chi,t_{B,EW}} = \sum_{t=t_B}^{n} \frac{1}{(1+q)^{(t-t_B)}_{EW}} E^{Miete}_{\chi,t,EW} + \frac{1}{(1+q)^{(t_e-t_B)}_{EW}} E^{Rest}_{\chi,t_{e,EW}}$$

$$- \left\{ A^{Gr}_{t_0} + A^{Pl}_{\chi,t} + A^{Bau}_{\chi,t} + \sum_{t=t_B}^{n} \frac{1}{(1+q)^{(t-t_B)}_{EW}} \left(A^{Betr}_{\chi,t,EW} \right) + \right.$$

$$+ \sum_{t=t_B}^{n} \frac{1}{(1+q)^{(t-t_B)}_{EW}} \left[\sum_{j=1}^{m_1} \left\{ A^{Inst,\nu}_{\chi,t,j,EW} \,\middle|\, A^{Inst,\nu}_{\chi,t,j,EW} = A^{Inst,\nu}_{\chi,\psi_k,j,EW} \right.\right.$$

$$für\ t = \{\psi_k\} = (\psi_1, \psi_2, ...\psi_{m_2})\ mit\ \psi_{m_2} \le n \vee$$

$$\left.\left. \vee\ A^{Inst,\nu}_{\chi,t,EW} = 0\ für\ t \ne \{\psi_k\} \right\} + \right.$$

$$+ \sum_{j=1}^{m_3} \left\{ A^{Ern,\nu}_{\chi,t,j,EW} \,\middle|\, A^{Ern,\nu}_{\chi,t,j,EW} = A^{Ern,\nu}_{\chi,\phi_l,j,EW} \right.$$

$$für\ t = \{\phi_l\} = (\varphi_1, \varphi_2, ...\varphi_{m4})\ mit\ \varphi_{m4} \le n \vee$$

$$\left.\left. \vee\ A^{Ern,\nu}_{\chi,t,EW} = 0\ für\ t \ne \{\phi_l\} \right\} \right] \right\}$$

$\psi_k; \varphi_l$ - Jahre, in denen Instandsetzungen und Erneuerungen stattfinden

j - Anzahl der Instandsetzungen und Erneuerungen $(1 < j < m_1 \ \vee < j < m_3)$, die in dem jeweiligen Jahr $(\psi_k \vee \varphi_l)$ anfallen

Jedes Bauelement ν kann in Unterelemente u gemäss [74] und deren Lebenszykluskurven weiter untergliedert werden, wie z. B.
Ausbau: (ν_u) = (Ausbau-Fussboden; Ausbau-Türen; Ausbau-Putz; …)

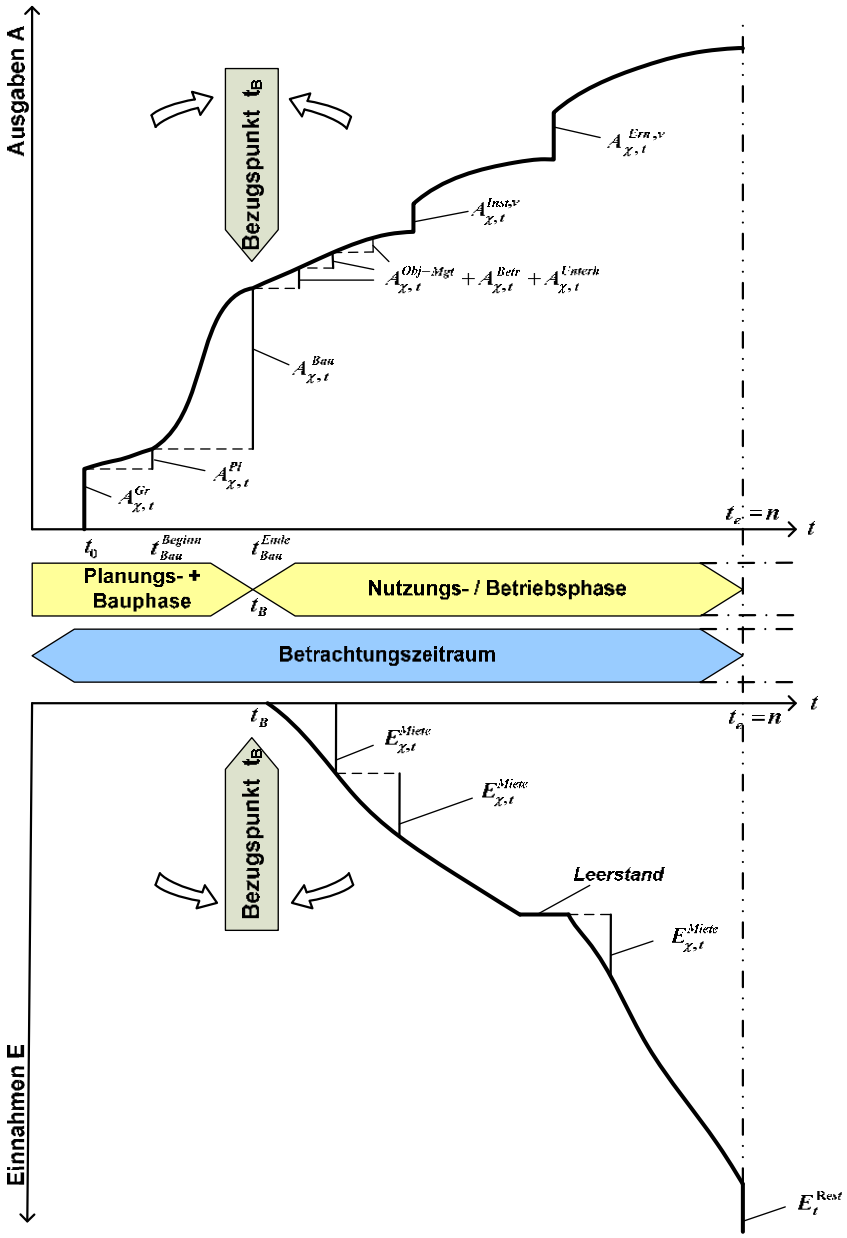


Abb. 3.29: LC-NPV-Zahlungsströme

Den Cash flow kann man in diesem Planungsstadium auf eine jährliche Grösse vergleichmässigen; somit erhält man:

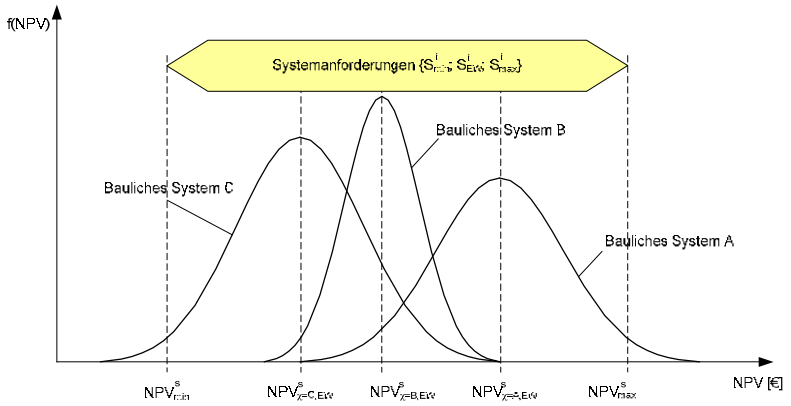
$$NPV^{S}_{\chi,t_{B,EW}} = \sum_{t=t_B}^{t_e} \frac{1}{(1+q_{EW})^{(t-t_B)}} C_{\chi,t,EW} + \frac{1}{(1+q_{EW})^{(t_e-t_B)}} E^{Rest}_{\chi,EW} - A^{Invest}_{\chi,EW}$$

Da man für die Erreichung der Nutzeranforderungen unter Einhaltung des festgelegten Systemstandards mehrere bauliche Alternativen betrachtet, gilt das **ökonomische Maximalprinzip**. Man wählt die bauliche Alternative A, die den höchsten NPV generiert. Aus der NPV-Berechnung kann dann der Budgetrahmen für die initialen Investitionskosten ermittelt werden.

$$NPV^{S}_{A,EW} = Max\left(NPV^{S}_{\chi,EW}\right)\Big|_{\chi=\{A,B,C\}}$$

S - Systemstandard
χ - Bauliches System {A, B, C …} das den Systemstandard erfüllt
EW - Erwartungswert

Da die Ausgaben und Einnahmen sowie die Teuerungs- und Diskontierungsindizes nur in Bandbreiten vorhanden sind, ergibt sich aus der probabilistischen Monte-Carlo-Simulation mittels NPV-Erwartungswert und NPV-Standardabweichung nach dem Grenzwertsatz der Stochastik die Dichte- und Verteilungsfunktion des $NPV^{S}_{\chi,EW}$ der Alternative χ = {A, B, C …} wie folgt (Abb. 3.30):



$$Max\left(NPV_x^s\right)_{x=\{A,B,C\}} = NPV_{x=A,EW}^s = def.\ NPV_{A,EW}^s$$

Abb. 3.30: Erzielbarer NPV der verschiedenen baulichen Lösungsvarianten

Die Bandbreite des NPV_χ^S setzt sich aus unterschiedlichen Varianten von Investitionskosten und Betriebskosten innerhalb des Systemanforderungsintervalls $\left\{S^i\right\}$ zusammen (Abb. 3.31). Somit hat der Projektentwickler hinsichtlich der Projektentscheidung mehrere Optionen. Diese liegen in der Gesamtbandbreite (Abb. 3.30) des NPV-Spektrums $\left(NPV_{\min}^S ; NPV_{\max}^S\right)$.

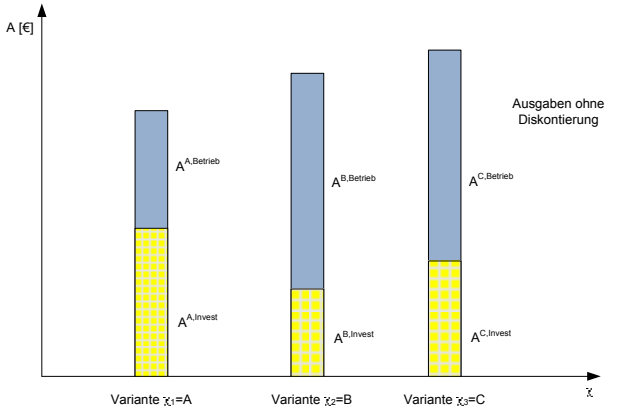


Abb. 3.31: Ausgaben der baulichen Varianten im Lebenszyklus, z.B. n = 20 Jahre

Im Regelfall wird man sich am Ende der Konzeptphase für ein Basissystemkonzept A entscheiden, das im Vorprojekt in mehreren Grundvarianten weiterentwickelt wird. Dieses Basissystemkonzept für die weitere Projektentwicklung beinhaltet die Basisanforderungen für die Entwicklung von Vorprojektvarianten. Das Basissystemkonzept enthält:

- Systemanforderungen $\left\{S^i\right\}\Big|_{\min}^{\max}$ und
- Flächen- und Volumenanforderungen, besonders hinsichtlich der vermietbaren Nutzflächen $\left\{F_N\right\}\Big|_{\min}^{\max}$.

  Diese müssen jedoch in einem iterativen Prozess eingegrenzt werden.

Aus dem bis jetzt ermittelten NPV-Ansatz und den prognostizierten Mieteinnahmen und Betriebsausgaben werden aus der nach dem ökonomischen Maximalprinzip ermittelten Basissystemvariante A zuerst die Investitionskostenbandbreiten wie folgt ermittelt:

$$NPV_{A,t_B,EW}^{S} = \sum_{t=t_B}^{t_e}\left\{\frac{1}{(1+q_{EW})^{(t-t_B)}}C_{t,EW}\right\} - A_{EW}^{Invest,A} + \frac{1}{(1+q_{EW})^{(n-t_B)}}E_{A,EW}^{Rest}$$

$$\left(\sigma^{NPV_A^S}\right)^2 = \int_{NPV_{A,min}^S}^{NPV_{A,max}^S}\left(NPV_A^S - NPV_{A,EW}^S\right)^2 * f\left(NPV_A^S\right) d\, NPV_A^S$$

Hieraus kann man die Investitionskosten für die Gestaltung und Kostensteuerung des Bauprojekts auf der Basissystementscheidungsvariante A isolieren:

$$A_{EW}^{Invest} = \sum_{t=t_B}^{t_e}\left\{\frac{1}{(1+q_{EW})^{(t-t_B)}}C_{t,EW}\right\} + \frac{1}{(1+q_{EW})^{(n-t_B)}}E_{A,EW}^{Rest} - NPV_{A,EW}^{S}$$

$$\sigma^{A^{Invest}} = \sqrt{\int_{A_{min}^{Invest,A}}^{A_{max}^{Invest,A}}\left(A^{Invest,A} - A_{EW}^{Invest,A}\right)^2 * f(A^{Invest,A})\, d\, A^{Invest,A}}$$

Daraus ergibt sich die in Abb. 3.32 dargestellte normalverteilte Bandbreite der Investitionskosten zur Kostensteuerung.

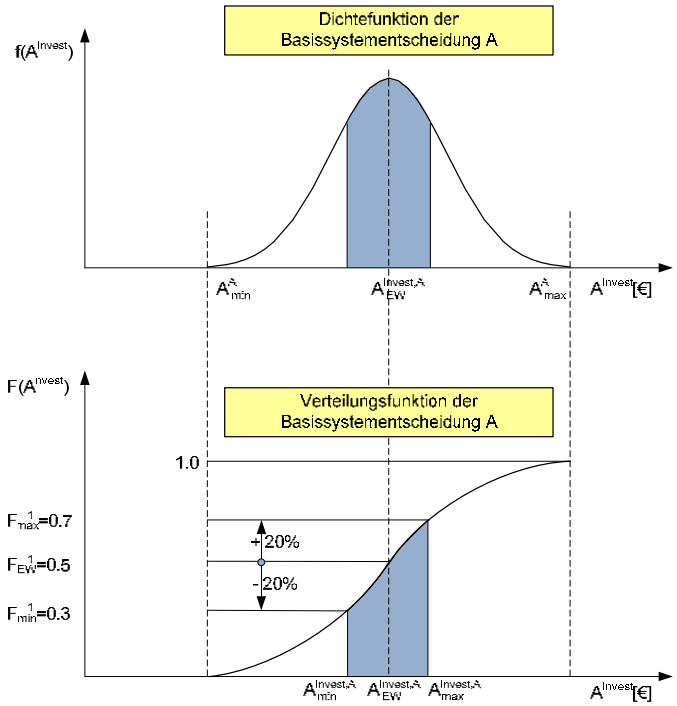


Abb. 3.32: Probabilistische Bandbreite der Investitionskosten aufgrund der Basissystementscheidung A

Engt man, wie in Abb. 3.26 dargestellt, die Investitionsbandbreite der Basissystemvariante A nach der Konzeptphase auf +/– 20 % vom Erwartungswert ein, erhält man nach Abb. 3.32 einen Korridor in der Verteilungsfunktion um die kumulative Häufigkeit $F\left(A^{Invest,A}\right)$ von:

$$\left\{F^1_{min}\left(A^{Invest,A}_{min}\right)=0,3;\, F^1_{EW}\left(A^{Invest,A}_{EW}\right)=0,5;\, F^1_{max}\left(A^{Invest,A}_{max}\right)=0,7\right\}$$

mit dem möglichen Investitionskostenintervall der Basissystemvariante A:

$$\left\{A^{Invest,A}_{\min};\, A^{Invest,A}_{EW};\, A^{Invest,A}_{\max}\right\}$$

Überprüfung des Investitionsvolumens

In einem zweiten Schritt wird die Investitionskostenseite der Basissystemvariante A mittels Systemstandardkosten überprüft. Im Vordergrund steht die Zielüberprüfung, ob mit den Investitionskosten – die aus der lebenszyklusorientierten Einnahmebetrachtung unter Abschätzung der Unterhaltskosten ermittelt wurden – das Flächen- und Volumenkonzept der baulichen Anlage realisiert werden kann. Zur Überprüfung des Flächen- und Volumenkonzepts müssen die Systemstandardpreise (Marktpreise) auf der Basis von Erfahrungswerten aus Datenbanken entnommen werden, bezogen auf die Brutto- oder Nutzflächeneinheit und auf die Volumeneinheit.

Vektor der flächen- und volumenbezogenen Einheitskosten (Marktpreise):

$$\left\{\underline{a_i^A}\right\}_{i=\{F_N,V\}}\Big|_{min}^{max} = \begin{Bmatrix} a_{F,min}^A ; a_{F,EW}^A ; a_{F,max}^A \\ a_{V,min}^A ; a_{V,EW}^A ; a_{V,max}^A \end{Bmatrix}$$

Erzielbares Volumen bzw. Nutzfläche der Basissystemvariante A aufgrund der Baukostenpreise:

$$\begin{bmatrix} F_{N,EW}^1 \\ V_{EW}^1 \end{bmatrix}\Bigg| = A_{EW}^{Inst,A} \begin{bmatrix} \dfrac{1}{a_{F,EW}^A} \\ \dfrac{1}{a_{V,EW}^A} \end{bmatrix}$$

Mit der Varianz $\sigma^{F_N^1}$ und σ^{V^1} ergeben sich nach dem Grenzwertsatz der Stochastik die normalverteilte Nutzfläche und das Bauvolumen im 1-ten Iterationsprozess (Abb. 3.33).

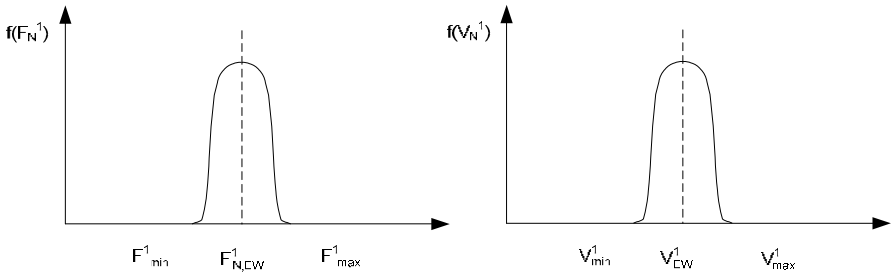


Abb. 3.33: Probabilistisches Nutzflächen- und Bauvolumenintervall nach Baupreisbewertung

Der Vergleich der aufgrund der Mieteinnahmen ermittelten Nutzflächen bzw. Bauvolumen der Basissystemvariante A (Index 0) mit den aufgrund der Baupreise ermittelten Bezugsäquivalenten (Index 1) muss folgende Bedingungsgleichung Fläche / Volumen erfüllen:

$$\left\{ \begin{matrix} F_N^1\left(A_{EW}^{Invest,A}\right) \\ V^1\left(A_{EW}^{Invest}\right) \end{matrix} \right\}_{EW} \geq \left\{ \begin{matrix} F_N^0\left(A_{EW}^{Invest,A}\right) \\ V^0\left(A_{EW}^{Invest}\right) \end{matrix} \right\}_{EW} \quad \begin{matrix} -\,Nutzfläche \\ -\,Bauvolumen \end{matrix}$$

Ferner muss die Bedingungsgleichung für die Rendite erfüllt sein:

$$R_{EW}^{Rendite} = F\left(NPV_{A,EW}^{S} \left| NPV_{A,EW}^{S} \geq 0 \; mit \; q = p + r[\%]\right.\right)$$

Wenn $NPV_{A,EW}^{S} < 0$ ist, ist die Rendite = Verzinsung p [%] nicht erreicht.

Ist diese Bedingung erfüllt, kann das Investitionsbudget mit dem Nutzflächen- und Bauvolumenprogramm für die folgenden Projektphasen festgelegt werden. Dabei wird meist der Budgetrahmen des Erwartungswertes (F=0,5) weiter eingeschränkt, z.B. auf $\Delta = 15\%$ (F_{min}= 0,35; F_{max}= 0,65).

$$A_{EW}^{Budget,1} = A_{EW}^{Invest,A}\left(F = 0{,}5\right) \quad mit\ Intervall$$
$$\left\{A_{min}^{Budget,1}\left(F = 0{,}35\right); A_{max}^{Budget,1}\left(F = 0{,}65\right)\right\}$$

Damit liegt auch das Nutzflächen- und Volumenprogramm der Basissystemvariante A in den folgenden Grenzen

$$\left\{F_{N,\min}; F_{N,EW}; F_{N,\max}\right\} \quad sowie \quad \left\{V_{\min}; V_{EW}; V_{\max}\right\}$$

fest; entscheidend ist die Flächenvorgabe.

Sind die obigen Bedingungen nicht erfüllt, muss der kybernetische Prozess der Kostensteuerungsphase I (Abb. 3.27) nochmals durchlaufen werden. Werden die Zielvorgaben für die Rendite nicht erreicht, müsste das Projekt aus nachhaltigen ökonomischen Überlegungen abgebrochen werden.

Vorplanungsphase–Kostenschätzung/Kostenberechnung

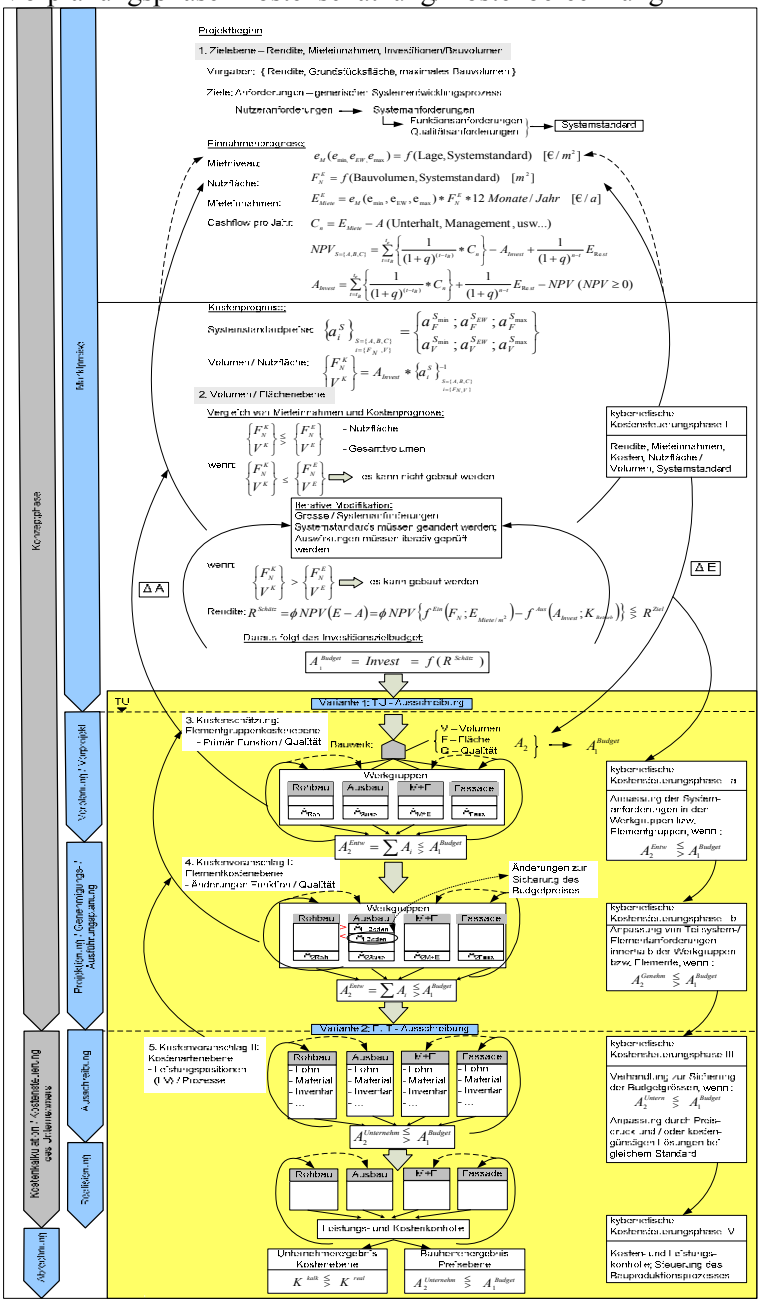


Abb. 3.34: Holistisch kybernetisches Rendite- und Kostensteuerungsprozessmodell

In der Vorplanungsphase werden nun auf der Grundlage der in der Projektentwicklung ermittelten Basissystemvariante A verschiedene Vorplanungsvarianten zur Projektoptimierung bezüglich des

- Flächenangebots und
- Systemstandards

mittels Kostenschätzung (Abb. 3.35) untersucht. Diese müssen zur Erzielung der geringsten Investitionskosten bzw. zur Einengung der Bandbreite der möglichen Investitionskosten in den zulässigen Grenzen der Basissystemvariante A liegen, um die anvisierte Rendite zu erreichen oder zu überschreiten.

Man kann in den weiteren Phasen der Projektplanung vom **ökonomischen Minimalprinzip** für die Investitionskosten ausgehen, da ein definierter Nutzen erreicht werden muss. Dieser Nutzen wird mit dem Oberziel der angestrebten Rendite dargestellt, das durch die Unterziele mit Mietniveau, Systemstandard und Miet- bzw. Nutzflächenangebot als Gestaltungsleitplanken weiter strukturiert ist. Dabei repräsentieren die Investitionskosten die Bedingungsgrösse, in der sich der Systemstandard und das Flächenangebot einordnen, aber auch gleichzeitig rekursiv bedingen.

Kosten-erfassungstiefe	Grobkostenschätzung	Kostenschätzung	Kostenvoranschlag I	Kostenvoranschlag II
Systemebene Elementgruppe	Gesamtsystem Makroelemente	Teilsysteme nach Gewerken (Hauptgewerkegruppen) Elementgruppen	Module der Teilsysteme (Gewerke) Elemente	Elemente der Gewerke LV-Positionen
Bezugsgrössen	– Gesamtfläche – Gesamtbauvolumen	– Baukostenplan / Kostengruppen nach Hauptgewerken	– Untergliederung des Baukostenplans bzw. der Kostengruppe der Hauptgewerke in Untergewerkegruppen	– Feingliederung der Untergewerkegruppen in Leistungspositionen
Kostengliederung	– Volumenkosten: m^3-Preis nach Systemstandard – Flächenkosten: m^2-Preis nach Systemstandard – Nutzungseinheitskosten: • pro Bett • pro Arbeitsplatz • pro Meter Tunnel • • •	– Hauptgewerke-orientierte Flächenkosten • m^2-Preis Rohbau • m^2-Preis Ausbau • m^2-Preis Umgebung • • •	– Elementgruppenorientierte Volumen- oder Flächenkosten sowie Pauschalen für die Untergewerkegruppen – z. B. Rohbau: • m^3 Baugrube • m^3 Betonkonstruktion mit Dach • – z. B. Ausbau: • m^2 Heizung und Lüftung • m^2 Wasser und Abwasser • m^2 Fassade • m^2 Schreinerarbeiten	– Gewerkeorientierte mengenbezogene Einzelkosten – z. B. Rohbau: • m^3 Baugrubenaushub • m^2 Bodenplatte • m^2 Wände (20 cm Beton) • • – z. B. Ausbau: • m^2 Putz xy • • •

Abb. 3.35: Kybernetischer Kostenstrukturplan

Alle Entwurfsvarianten j={A, B, C,…}, die auf der Basissystemvariante A aufbauen, müssen den Systemstandard und das Flächenangebot erfüllen:

$$\left\{E^j\right\}_{j=A,B,C} = f\left\{\left\{S^i\right\}\Big|_{\min}^{\max}; \left\{F_N\right\}\Big|_{\min}^{\max}\right\}$$

Daraus folgt, dass alle Entwurfsvarianten $\left\{E^j\right\}_{j=A,B,C}$ die Investitionsbandbreite $\left\{A_{EW}^{Budget,1}\right\}$ einhalten müssen; zudem muss die Investitionsbudgetbandbreite am Ende des Vorplanungsprozesses bei der Auswahl der Genehmigungsvariante auf eine Zuverlässigkeitsbandbreite (Abb. 3.36) von +/– 10 % eingeengt werden.

Das heisst in Bezug auf die kumulative Häufigkeit der Investitionskostenbandbreite:

$$\left\{F_{\min}^2 = 0{,}4; F_{EW} = 0{,}5; F_{\max}^2 = 0{,}6;\right\}$$

mit einer Investitionsbudgetbandbreite von (Abb. 3.36):

$$\left\{A_{\min}^{Budget,2}\left(F = 0{,}4\right); A_{EW}^{Invest,A}\left(F = 0{,}5\right); A_{\max}^{Budget,2}\left(F = 0{,}6\right);\right\}$$

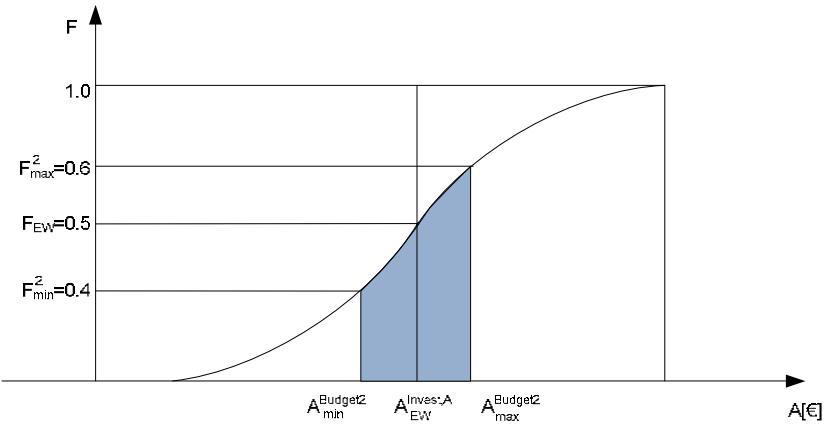


Abb. 3.36: Probabilistisch kumulativ verteiltes Investitionsvolumen und Intervalleinengung nach der Vorplanung

Im Vorplanungsprozess werden nun die Systemanforderungen $\left\{S^i\right\}$ für die einzelnen Gewerke auf Elementgruppenebene des Bauprojekts weiter detailliert. Dabei wird das Basisraumprogramm für jede Vorplanungsvariante aufgestellt, und die Raum- und Elementgruppenanforderungen werden aus

den Systemanforderungen herausgearbeitet.
Aus den detaillierten Systemanforderungen der Vorplanung

$$\left\{S^{i}_{Vorpl}\right\} = \left\{\left(S^{Rohbau}_{Vorpl}\right); \left(S^{Ausbau}_{Vorpl}\right); \left(S^{M+E}_{Vorpl}\right); \left(S^{Fass}_{Vorpl}\right); \left(S^{Auss}_{Vorpl}\right)\right\}$$

wird das Basisraumprogramm mit den Elementgruppenanforderungen entwickelt:

$$\left\{R^{k}_{Vorpl,i}\right\}\Big|^{n}_{\substack{k=1 \\ j=\{A,B,C\}}} = f\left\{S^{i}_{Vorpl}\right\}$$

k= Raumindex
j= Vorplanungsvarianten
i= Gewerke

Aus dem detaillierten Systemstandard $\left\{S^{i}_{Vorpl}\right\}$ und Basisraumprogramm $\left\{R^{k}_{Vorpl,i}\right\}_{j}$ der Entwurfsvarianten j werden am Ende der Vorplanungsperiode die Investitionskosten mittels Kostenschätzung / Kostenberechnung (Abb. 3.26) auf Raumbasis oder möglichst schon auf Elementgruppen $\left\{\Phi^{Elemente}\right\}$ der Gewerke-/ Werkgruppen durchgeführt.

$$\left\{\Phi^{Elementgruppe}\right\} = \left\{\left(\underline{\Phi}\right)^{Rohbau}; \left(\underline{\Phi}\right)^{Ausbau}; \left(\underline{\Phi}\right)^{M+E}; \ldots\right\}_{Vorpl}$$

Ermittlung der Investitionskosten / Kostenschätzung der Vorplanung auf der Basis der hauptgewerke- bzw. elementgruppenorientierten Flächenkosten:

$$A^{Invest}_{Vorpl,j,EW} = \left\{f_1\left\{S^{i}\right\} \wedge f_2\left\{\Phi^{Elementgruppe}\right\} \wedge f_3(F_N)\right\}_{Vorpl}$$

$$A^{Invest}_{Vorpl,j,EW} = \left\{f_1\left(S^{Rohbau}, S^{Ausbau}, S^{M+E}, S^{Fass}, S^{Aussen}\right) \wedge \right.$$

$$\left. \wedge f_2\left(\left(\underline{\Phi}\right)^{Rohbau}, \left(\underline{\Phi}\right)^{Ausbau}, \left(\underline{\Phi}\right)^{M+E}, \ldots\right) \wedge f_3\left(F_N\right)\right\}_{Vorpl}$$

$$A^{Invest}_{Vorpl,j,EW} = F\left\{A\left(S;\Phi\right)^{Rohbau}; A\left(S;\Phi\right)^{Ausbau}; \right.$$

$$\left. A\left(S;\Phi\right)^{M+E}; A\left(S;\Phi\right)^{Fass}; A\left(S;\Phi\right)^{Aussen}\right\}$$

$$A^{Invest}_{Vorpl,j,EW} = \sum_{l_1} A^{Rohbau}_{Vorpl,l_1} + \sum_{l_2} A^{Ausbau}_{Vorpl,l_2} + \sum_{l_3} A^{M+E}_{Vorpl,l_3} +$$

$$+ \sum_{l_4} A^{Fass}_{Vorpl,l_4} + \sum_{l_5} A^{Aussen}_{Vorpl,l_5} + \sum_{l_6} R_{Vorpl,l_6}$$

Ferner muss die Bedingung eingehalten werden, dass der Erwartungswert der budgetierten Investitionssumme der Basissystemvariante A nicht überschritten wird. Überschreitet jedoch die Vorplanungsvariante j die Investitionskosten der Basisvariante A:

$$A_{Vorpl,j,EW}^{Invest} > A_{EW}^{Invest,A}$$

so müssen in einem iterativen Kostensteuerungsprozess die Standards im Raumprogramm, basierend auf dem Systemstandard $\left\{S_{Vorpl}^{i}\right\}$, sowie die der Teilsysteme (wie Rohbau, Ausbau, HKL usw.) in den zulässigen Grenzen angepasst werden, so dass am Ende die Rendite nicht gefährdet wird. Dabei spielen das erzielbare Mietniveau der Entwurfsvariante sowie die Betriebskosten im Lebens- und Nutzungszyklus eine bedeutende steuernde Rolle.

Ermittlung der Einsparungen / Korrekturkosten bei Überschreitung der Investitionsbudgetbandbreite:

$$\Delta A_{Vorpl,j,EW} = A_{EW}^{Invest,A} - A_{Vorpl,j,EW}^{Invest}$$

Die Einsparungen / Korrekturkosten müssen durch Entwurfsänderungen und Anpassungen erreicht werden, unter der Prämisse, dass Systemstandard und Flächenprogramm in den vorgegebenen Grenzen eingehalten werden müssen:

$$\Delta A_{Vorpl,j,EW} = f\left\{\Delta\left(S;\Phi\right)_{j}^{Rohbau};\Delta\left(S;\Phi\right)_{j}^{Ausbau};\right.$$
$$\left.\Delta\left(S;\Phi\right)_{j}^{Fass};\Delta\left(S;\Phi\right)_{j}^{Aussen}\right\}_{Vorpl}$$

$$\Delta A_{Vorlpl,j,EW}\left(\Delta\left(S;\Phi\right)\right) = \left\{\Delta A_{Vorlpl,j,EW}\left(\Delta\left(S;\Phi\right)\right)\right|$$
$$\left.\Delta A_{Vorlpl,j,EW} = \sum \Delta A_{m_1,EW}\right.$$

$$\text{für die gilt } m_1 = \left\{Rohbau \underset{\vee}{\overset{\wedge}{}} Ausbau \underset{\vee}{\overset{\wedge}{}} M + E \underset{\vee}{\overset{\wedge}{}} Fassade.... \underset{\vee}{\overset{\wedge}{}} R_j^k\right\}\Bigg\}$$

Die Entscheidung über die Variante j = {A, B, C …}, die in der Genehmigungs- und Ausführungsplanung weiter verfolgt wird, wird aus einem Multikriterienkatalog, der projektspezifisch zu erstellen ist, gewählt. Die Vorplanungsvarianten, die in diesen Multikriterienverfahren zugelassen werden, müssen jedoch folgende Bedingung der kybernetischen Kostensteuerung erfüllen:

$$\widetilde{A}^{Invest}_{Vorpl,j,EW} = \left\{ A^{Invest}_{Vorpl,j,EW} - \Delta A_{Vorpl,j,EW} \left\{ \Delta S^i ; \Delta R^k \right\}_{j_1} \right\} \leq A^{Invest,A}_{EW}$$

Daraus ergibt sich, dass nur eine Untermenge der Varianten j = {A, B, C …} die Bedingung der Kostensteuerung erfüllt. Somit gilt:

$$\left\{ j_1 \right\}_{j_1=\{X_1;X_2\}} \in \left\{ j \right\}_{j=\{A,B,C...\}}$$

$j_1 \leq j$, da einige Varianten nicht das Budgetziel erreichen

Daraus folgen die Investitionskosten für die Varianten $j_1 = \{X_1, X_1, ...\}$, die die Investitionsbudgetbandbreite einhalten:

$$\tilde{A}^{Invest}_{Vorpl,j_1,EW} = A^{Invest}_{Vorpl,j_1,EW} - \left\{ \Delta A_{Vorpl,j_1,EW} \,\middle|\, \Delta A_{Vorpl,j_1,EW} = f\left(\Delta S^i ; \Delta R^k\right)_{\substack{i=\text{Gewerkegruppen} \\ k=\text{Raumprogramm}}} \middle|_{j_1=\{X_1;X_2\}} \right\} \leq A^{Invest,A}_{EW}$$

Die bedingungserfüllenden Varianten j_1 werden zur Ermittlung der Bestvariante, die in der Genehmigungs- und Ausführungsplanung ausgearbeitet wird, einer Multikriterien-Nutzwertanalyse unterzogen. Dies erfolgt nach dem Prinzip des maximalen Nutzwerts; somit gilt:

$$NW_A = Max\left(NW_{j_1}\right)\Big|_{j_1=\{X_1;X_1;...\}}$$

3.4.3.2 Genehmigungs- und Ausführungsphase – Kostenvoranschlag I

Die Genehmigungsplanung baut auf der selektierten Vorentwurfsvariante j_1=A mit dem höchsten Nutzwert (NW-V_A) auf, basierend auf den Systemanforderungen

$$\left\{S_A^i\right\} = \left\{S_A^{Rohbau}, S_A^{Ausbau}, S_A^{M+E}, S_A^{Fass}, S_A^{Aussen}, \ldots\right\}$$

und dem Raumprogramm

$$\left\{R_A^k\right\} = \left\{R_A^{Infra}, R_A^{Allgem}; R_A^{Nutz} \ldots\right\}$$

Daraus werden nun im Kostenvoranschlag I (Abb. 3.26) die Elementgruppenanforderungen der Gewerke Rohbau, HKL, Elektro, Ausbau etc. nach Qualität und Hauptmengen (Grobmengengerüst) entwickelt.

Elementgruppenanforderungen aus Systemanforderungen und Raumprogramm:

$$\left\{\underline{\Phi}^{Elementgr}\right\}_A = f\left(S^{Rohbau}; S^{Ausbau}; S^{M+E}; S^{Fass}; S^{Aussen}; \ldots\right)_A$$

Elementgruppen:

$$\left\{\underline{\Phi}^{Elementgr}\right\}_A = \left\{\left(\underline{\Phi}\right)^{Rohbau}; \left(\underline{\Phi}\right)^{Ausbau}; \left(\underline{\Phi}\right)^{M+E}; \left(\underline{\Phi}\right)^{Fass}; \left(\underline{\Phi}\right)^{Aussen}; \ldots\right\}_A$$

mit den Elementen der Elementgruppen:

$$\left(\underline{\Phi}\right)^{Rohbau} = \left\{\left(\underline{\varphi}^{Fund}\right); \left(\underline{\varphi}^{Wände}\right); \left(\underline{\varphi}^{Decken}\right); \ldots\right\}$$
$$\left(\underline{\Phi}\right)^{Ausbau} = \left\{\left(\underline{\varphi}^{Fussboden}\right); \left(\underline{\varphi}^{Putz}\right); \ldots\right\}$$
$$\left(\underline{\Phi}\right)^{M+E} = \left\{\left(\underline{\varphi}^{HKL}\right); \left(\underline{\varphi}^{Elektr}\right); \ldots\right\}$$
$$\left(\underline{\Phi}\right)^{HKL} = \left\{\left(\underline{\varphi}^{Heizanlage}\right); \left(\underline{\varphi}^{HKL-Steuerung}\right); \left(\underline{\varphi}^{HKL-Verteilung}\right); \ldots\right\}$$

Die Investitionskosten (Abb. 3.26) ergeben sich aus der finanziellen Bewertung der Elemente je Elementgruppe und nach Qualität und Hauptmengen mittels Preisdatenbanken:

$$A_{GP/AP,EW}^{Invest} = f\left(A^{Rohbau}\left(\Phi\right); A^{Ausbau}\left(\Phi\right); A^{M+E}\left(\Phi\right); R\right)$$

$$A_{GP/AP,EW}^{Invest} = A_{GP/AP,EW}^{Rohbau}(\Phi) + A_{GP/AP,EW}^{Ausbau}(\Phi) + ... + \sum_{l_6} R_{l_6}$$

$$A_{GP/AP,EW}^{Invest} = \sum_{m_1} A_{m_1}^{Rohbau}\left(\phi^{m_1}\right) + \sum_{m_2} A_{m_2}^{Ausbau}\left(\phi^{m_2}\right) + \\ + \sum_{m_3} A_{m_3}^{HKL}\left(\phi^{m_3}\right) + \sum_{m_4} A_{m_4}^{E}\left(\phi^{m_4}\right) + ... + \sum_{l_6} R_{l_6}$$

Ist die Kostensteuerungsbedingung nicht erfüllt, müssen im Genehmigungsentwurf (GP) oder auch in der darauffolgenden Ausführungsplanung (AP) Korrekturmassnahmen durchgeführt werden. Zuerst werden Elemente und Qualitätsanforderungen reduziert oder gestrichen, die zur Gruppe "nice to have but not really needed" gehören; dann werden weitere Reduzierungen vorgenommen, die noch in der Bandbreite der Systemanforderungen liegen, ohne den Mietwert / die Rendite zu schmälern.

Bei einer Überschreitung der Investitionskosten in der Genehmigungs- und/oder Ausführungsplanung

$$A_{GP/AP,EW}^{Invest} > A_{EW}^{Invest,A}$$

beträgt die erforderliche Kostenreduzierung:

$$\Delta A_{GP/AP,i,EW} = A_{EW}^{Invest,A} - A_{GP/AP,EW}^{Invest}$$

Die Einsparung / Kostenreduzierung erfolgt in verschiedenen Iterationsstufen i der Konkretisierung der Genehmigungs- und Ausführungsplanung:

$$\Delta A_{GP/AP,i,EW}^{Invest}\left(\Delta\underline{\Phi}^{Elementgr}\right) = f\left(\Delta\Phi^{Rohbau}; \Delta\Phi^{Ausbau}; \Delta\Phi^{M+E}; ...\right)_i$$

$\Delta\Phi$ Änderung der Anzahl, Art und Qualität der Elementgruppen und Elemente

i Iterationsstufen der Planungsanpassungen

Bedingung:

$$\left\{ \underset{\sim}{\underline{\Phi}}_{GP/AP}^{Elementgr} \right\}_i = \left\{ \underset{\sim}{\underline{\Phi}}_{GP/AP}^{Elementgr} \left| \underset{\sim}{\underline{\Phi}}_{GP/AP}^{Elementgr} = \underline{\Phi}_{GP/AP}^{Elementgr} - \Delta\underline{\Phi}^{Elementgr} \right. \right\}$$

muss $\left\{ S^j ; R^k \right\}\Big|_{min}^{max}$ erfüllen

Die Anpassungen durchlaufen iterativ die Genehmigungs- und Ausführungsplanung in i=1 bis n Iterationsdurchläufen, in denen alle Einsparungen in den Gewerkegruppen / Elementgruppen mit den Elementen j_2 wie folgt zusammengefasst werden:

$$\Delta_{GP/AP,i,EW}^{Invest} \left(\Delta(S;\Phi) \right)\Big|_{i=1}^{n} = \sum_{j_2} \Delta A_{j_2,EW}^{i} \Bigg|_{i=1}^{n}$$

$$\underset{\sim}{A}_{GP/AP,EW}^{Invest} = A_{GP/AP,EW}^{Invest} - \Delta A_{GP/AP,i,EW}^{Invest} \left(\Delta(S;\Phi) \right)\Big|_{i=1}^{n} \le A_{EW}^{Invest,A}$$

In der Genehmigungs- und Ausführungsplanung werden die einzelnen Elemente gegenüber ihrer primären Entwurfsdefinition iterativ angepasst, und somit wird zur Sicherung des Investitionszielbudgets $A^{Invest,A}$ der veranschlagte Preis der Genehmigungsplanung A_{GP}^{Invest} sukzessiv optimiert. Nach der Genehmigung müssen mögliche Auflagen bei der Ausführungsplanung beachtet und inhaltlich wie kostenmässig berücksichtigt werden. Erhöhen sich dadurch die Kosten, müssen Entwurfsanpassungen vorgenommen werden, die die Genehmigung und die Genehmigungsauflagen nicht berühren. Die iterative Anpassung $\Delta A_{AP,i}$ der Ausführungsplanung muss möglicherweise fortgesetzt werden. Gleichzeitig wird das Leistungsverzeichnis auf der Basis der Elementgruppen und Elemente (Abb. 3.26) qualitativ wie quantitativ vervollständigt.

Im Rahmen des elementgruppen-/gewerkstrukturierten Leistungsverzeichnisses wird die Kostenberechnung nachgeführt. Dabei sind mögliche Risiken (R_i) in den Gewerken kostenmässig zu bewerten und zu berücksichtigen. Konzepte einer solchen Risikoanalyse und deren gewerkmässige Berücksichtigung sind bei [55] zu finden.

Aufgrund der detaillierten Leistungsbeschreibung für die Gewerke als Grundlage der Gewerkausschreibung bei Einzelvergabe durch den Bauherrn oder Totalunternehmer (TU) können die voraussichtlichen Vergabekosten bzw. die voraussichtlichen Investitionskosten A_{AP}^{Invest} anhand von Preiskatalogen [51], [52], [53] ermittelt werden.

Vor der Ausschreibungsphase erfolgt der Kostenvoranschlag II (Abb. 3.26) des Bauherrn auf der Basis der LV-Positionen (Elemente) mit vergangenheitsbezogenen Einheitspreisen bereits ausgeführter Projekte. Somit muss die Elementgruppengliederung wie folgt in die Elemente der Leistungspositionen untergliedert werden:

$$\left\{\underline{\Phi}^{Elementgr}\right\} = \left\{\left(\underline{\Phi}\right)^{Rohbau}; \left(\underline{\Phi}\right)^{Ausbau}; \left(\underline{\Phi}\right)^{M+E}; \ldots\right\}$$

$$\left(\underline{\Phi}\right)^{Rohbau} = \left\{\varphi^{RB}_{Baugrube}; \varphi^{RB}_{Baugr-Verbau}; \varphi^{RB}_{Bodenplatte}; \ldots\right\}$$

$$\left(\underline{\Phi}\right)^{Ausbau} = \left\{\varphi^{AB}_{BodenbelagA}; \varphi^{AB}_{BodenbelagB}; \varphi^{AB}_{Putz}; \ldots\right\}$$

$$\left(\underline{\Phi}\right)^{HKL} = \left\{\varphi^{HKL}_{Heizungsrohr\phi_1}; \varphi^{HKL}_{Heizungskessel_2}; \ldots\right\}$$

Die Kostenanalyse und der kybernetische Kostensteuerungsprozess verlaufen wie bei den Elementgruppen gezeigt. Damit erhält man Budgetgrössen für Elementgruppen bzw. Gewerkegruppen zur Analyse und Steuerung der Vergabe:

$$A^{Invest}_{AP,EW} = A^{Budget}_{AP,EW} + A^{Rohbau}_{Soll,EW} + A^{Ausbau}_{Soll,EW} + A^{HKL}_{Soll,EW} + A^{Fass}_{Soll,EW}$$

Dies führt nach der Ausführungsplanung zu Beginn der Ausschreibung zu einem Investitionsbudgetintervall von $\left[A^{Invest}_{AP}\left(F=0{,}45\right); A^{Invest}_{AP,EW}\left(F=0{,}5\right); A^{Invest}_{AP}\left(F=0{,}55\right)\right]$ mit Abweichungen von $\Delta = \pm\ 5\%$ (Abb. 3.37).

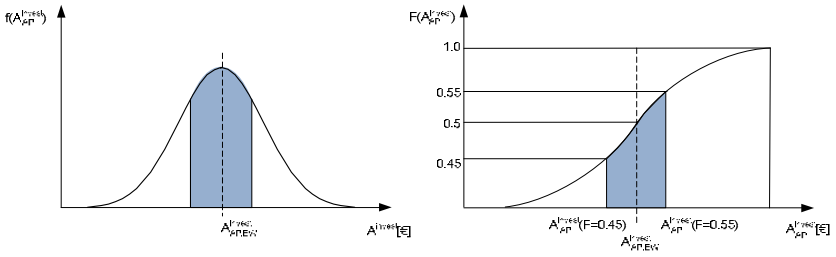


Abb. 3.37: Einengung des Investitionsintervalls nach der Ausführungsplanung durch Konkretisierung der Leistung im LV nach Inhalt und Mengen

3.4.3.3 Ausschreibungs- und Vergabephase – Kostenvoranschlag II

In der Ausschreibungs- und Vergabephase entsteht ein Paradigmawechsel in der Kostensteuerung. Bis zu diesem Zeitpunkt wurden die finanziellen Rahmenbedingungen und die Kosten aufgrund von retrospektiven Erfahrungsgrössen des Marktes, die in den folgenden Detaillierungsgraden gemäss den Kostensteuerungsphasen angewendet werden, prognostiziert:

- Grobkostenschätzung / Kostenrahmen
  m^2-/m^3-Preis – retrospektive Bauvolumenpreise nach Systemstandard
- Kostenschätzung / Kostenberechnung
  m^2-/m^3-Preis – retrospektive Bauvolumenpreise nach Raumstandard für Elementgruppen
- Kostenvoranschlag I
  Stück-/m-/m^2-/m^3-Preis – retrospektive Bauelementpreise, detailliert nach Bauelementen

In der Vergabephase erhält man die Antwort des Marktes:

- Kostenvoranschlag II
  Stück-/m-/m^2-/m^3-Preis – gegenwartsbezogene LV-Positionspreise aufgrund der Wettbewerbsbedingungen

Durch die Angebote der Unternehmen wird die Kostensteuerung direkt durch Dritte im Wettbewerb, also ausserhalb der Beeinflussungssphäre des Bauherrn und Projektsteuerers, bestimmt. In dieser Projektphase zeigt sich, wie kompetent und marktorientiert die Kostensteuerung bezüglich der Bauproduktionskosten und des Marktpreises in den immateriellen Planungsphasen war.

Im Regelfall erfolgt die Ausschreibung gewerkweise funktional oder mit detailliertem Leistungsverzeichnis in der Struktur, wie sie in der gesamten Kostensteuerung angelegt wurde (Abb. 3.28).

Der Totalunternehmer, der Generalunternehmer oder bei Einzelleistungsausschreibung der Gewerkunternehmer wird nach dem ökonomischen Minimalprinzip aufgrund des definierten Nutzens in den LV-Positionen bei vergleichbarer Leistungsfähigkeit der Unternehmen ausgewählt.

$$P_0^{ges}(\Phi) = Min\left\{P_i^{ges}(\Phi)\right\}_{i=1}^{n}$$

$$P_0^{ges}(\Phi) = P_0^{Rohbau}(\Phi) + P_0^{Ausbau}(\Phi) + P_0^{M+E}(\Phi) + P_0^{Fass}(\Phi) + P_0^{Aussen}(\Phi) + R$$

i = eingereichte Angebote

$P_i^{ges}(\Phi)$ = Preise des eingereichten Angebots des Unternehmens i

$P_0^{ges}(\Phi)$ = Minimalpreis des ausgewählten Unternehmens

Die Budget-Bedingung muss erfüllt sein:

$$A_{AP/EW}^{Invest} \geq P_0^{ges}(\Phi) \; sowie \; A_{AP,min}^{Invest} \leq P_0^{ges}(\Phi) \leq A_{AP,max}^{Invest}$$

Wenn diese Budget-Bedingung bzw. das Intervall nicht eingehalten wird, sind Steuerungsmassnahmen einzuleiten, um eine detaillierte Übersicht über die Budgetüberschreitungen zu erhalten. Daher werden die Gewerkebudgets mit den Angebotspreisen auf dem Niveau der Einzelleistungen wie folgt analysiert:

$$A_{Soll,EW}^{Rohbau}(\Phi) \geq P_0^{Rohbau}(\Phi)$$

$$A_{Soll,EW}^{Ausbau}(\Phi) \geq P_0^{Ausbau}(\Phi) \; usw.$$

Zur Erzielung eines Vergabepreises gleich oder kleiner den Budgetpreisen für die Gewerke können private Bauherren im Verhandlungsverfahren mit dem Unternehmer die Leistungen unter Beachtung des Systemanforderungsintervalls anpassen bzw. Preisreduktionen (ΔP) aushandeln. Dies kann nach folgendem Algorithmus erfolgen:

$$A_{AP/EW}^{Budget} \geq P_1^{ges}(\tilde{S}^i;\Phi)$$

$$A_{AP/EW}^{Budget} \geq \left\{ P_1^{ges}(\tilde{S}^i;\tilde{\Phi}) \,\middle|\, P_1^{ges}(\tilde{S}^i;\tilde{\Phi}) = P_0^{ges}(S^i;\Phi) - \right.$$

$$-\left[\Delta P\left(\Delta\left(S^i;\Phi\right)\right) \middle| \Delta P\left(\Delta\left(S^i;\Phi\right)\right) = \right.$$

$$= \Delta P^{Rohbau}\left(\Delta\left(S^i;\Phi\right)\right) \overset{\wedge}{\underset{\vee}{}} \Delta P^{Ausbau}\left(\Delta\left(S^i;\Phi\right)\right) \overset{\wedge}{\underset{\vee}{}}$$

$$\left. \left. \overset{\wedge}{\underset{\vee}{}} \Delta P^{M+E}\left(\Delta\left(S^i;\Phi\right)\right) \overset{\wedge}{\underset{\vee}{}} \ldots \overset{\wedge}{\underset{\vee}{}} \Delta P^{Aussen}\left(\Delta\left(S^i;\Phi\right)\right) \right] \right\}$$

Für öffentliche Bauherren ist diese Preisanpassungsmethode aus rechtlichen Gründen nicht möglich.

Überschreitet der Preis P_{EW} den Erwartungswert des Budgetrahmens $A_{EW}^{Invest,A}$ immer noch, muss geprüft werden, ob er das ursprüngliche Investitionsintervall $\left\{A_{min}^{Invest,A}, A_{,max}^{Invest}\right\}$ überschreitet. Wird das ursprüngliche Investitionsintervall auch überschritten, muss geprüft werden, was eine Umplanung mit Neuausschreibung kostet. Ist jedoch die Grössenordnung der Investitionsbudgetüberschreitung so gross, dass die Rendite nicht mehr erreicht werden kann, ist ein Projektabbruch zwar peinlich, aber sinnvoll.

3.4.3.4 Bauphase – Kostensteuerung des Bauherrn bzw. TU

Nach der Vergabephase ist der Handlungsspielraum des Bauherrn für eine aktive Kostensteuerung durch den Bauvertrag weithin eingeschränkt bzw. strukturiert. Ziel der Kostensteuerung des Bauherrn in der Bauphase ist die Verfolgung der Gewerkebudgets und die Steuerung der Nachträge (Abb. 3.28) [75]. Besonderes Augenmerk ist auf die Prüfung der erbrachten Leistung und der Qualität sowie die darauf aufgebauten Zwischenrechnungen zu richten. Auf der Basis der Zwischenrechnungen und der gerechtfertigten Nachträge sind die entsprechenden Prognosen der Gesamtbaukosten zu stellen und mit dem Budget zu vergleichen. Aufbauend auf diesen Prognosen lassen sich finanzielle Notfallpläne erstellen, um die Mittel zur Fertigstellung zu sichern. Die finanziellen Notfallpläne sollten durch die prognostizierten Risikorückstellungen R_i der Ausführungsplanungsphase gedeckt werden.

Der Vergabepreis bzw. das Budgetziel des Bauherrn während der Bauphase wird nach der Vergabe nur durch Nachträge gefährdet. Die Weichenstellung für eine nachtragsarme Ausführung liegt in einer vollständigen, möglichst widerspruchsfreien Planung und in einer darauf aufbauenden, möglichst umfassenden robusten Ausschreibung. Ferner ist eine robuste, strenge Koordinierung der Gewerke während der Ausführung notwendig. Zur Sicherstellung der Koordination ist es erforderlich, Unternehmer nicht nur nach dem Preis, sondern auch nach ihrer finanziellen und bauproduktionstechnischen Kapazität und ihren Problemlösungsfähigkeiten auszuwählen.

Nach Girmscheid und Busch [71] liegen die Risiken für Nachträge in den folgenden Schwerpunktbereichen:

$$R_{total,EW}^{Nachtr} = f(Bestelländerungen / Vollständigkeitsmängel / Mengenanpassungen / ... / Koordinierungsfehler)$$

Nachträge haben ihren Ursprung hauptsächlich in der Ausschreibungsphase und können durch folgende Risikokostenfunktionen ausgedrückt werden [55]:

$$R_{EW}^{Mengen} = f(robuste Ausschreibung / klare Planung)$$
$$R_{EW}^{Mengen} = f(robuste / genaue Mengenermittlung / Ausschreibungsmethode)$$
$$R_{EW}^{Mengen} = f(robuste / vollständige Planung / Ausschreibungsmethode)$$

In der Bauphase behindern Unternehmen sich aufgrund von Koordinierungsproblemen des Bauherrn, die durch folgende Risikofunktion ausgedrückt werden können, oft gegenseitig [55]:

$$R_{EW}^{Mengen} = f(Projektabwicklungsform / professionelle Koordinierung)$$

Die Gesamtnachträge, die das Kostenziel gefährden, können wie folgt zusammengefasst werden:

$$R_{total,EW}^{Nachtr} = R_{EW}^{Bestell-Änder} + R_{EW}^{Mengen} + R_{EW}^{Vollst} + R_{EW}^{Koord}$$

Die Verfolgung der Gewerkebudgets ist die Hauptaufgabe der bauherrenseitigen Kostensteuerung in der Bauphase. Dabei müssen die Nachträge allgemein und gewerkweise gezielt gemanagt und gesteuert werden [75].

Somit gilt die Zielbedingung:

$$A^{i}_{Ist,EW,t}(\Phi) \le A^{i}_{Soll,EW,t}(\Phi) + R^{i}_{t}$$

$$für\ i = \left\{ i \,\middle|\, i = Rohbau \vee i = Ausbau \vee i = HKL \vee i = Fassade... \right\}$$

Somit wird:

$$A^{Preis}_{Ist,EW} = P^{Rohbau}_{1}(\Phi) + P^{Ausbau}_{1}(\Phi) + P^{HKL}_{1}(\Phi) + P^{Fass}_{1}(\Phi) +$$
$$+ R^{Nachtr}_{total,EW} \le \left(A^{Invest,A}_{EW} \vee A^{Budget}_{AP,EW} \right)$$

bzw. sollten die Ist-Ausgaben des Bauherrn in folgenden Intervallen bleiben:

$$\left(A^{Invest}_{AP,min}; A^{Invest}_{AP,max} \right) \le A^{Preis}_{Ist} \le \left(A^{Invest,A}_{min}; A^{Invest,A}_{max} \right)$$

Die Koordinierung der Baumassnahmen vor Ort hat den letzten entscheidenden Einfluss auf die Einhaltung der Budgetvorgaben und damit auf die Zielerreichung der angestrebten nachhaltigen Rendite der baulichen Anlage.

3.4.3.5 Bauphase – Kostensteuerung des Unternehmers im Bauproduktionsprozess

Die Kostensteuerung des Unternehmers ist im Bauprojekt gewinnorientiert und konzentriert sich auf die indirekten und direkten Kosten der Bauproduktion der jeweilige Gewerke sowie der Kostenarten (Lohn, Material, Geräte, Subunternehmer sowie Allgemeinkosten) der Bauproduktionskosten je Leistungsposition des LV.

Der Preis des Unternehmers für das Gewerk oder die Gewerke setzt sich wie folgt zusammen:

$$P^{i}_{1} = G^{i}_{1,EW} + K^{i}_{1,EW}$$

$G^{i}_{1,EW}$ - Zielgewinn

$$K^{i}_{1,EW} = \left\{ K^{Allgem}_{fix} + K^{Inst}_{fix}(\Omega,t) + K^{Mat}(M) + K^{Lohn}(t) + K^{Inv}(\Omega,t) + K^{Sub}(t) \right\} \Big|^{t_e}_{t_0}$$

$$K^{Lohn}(t) = \left(K^{allg.Lohn}(t) \right) + K^{DirektLohn}(t) \Big|^{t_e}_{t_0} = f(n_i * k_i * t_i)$$

n_i - Anzahl der Beschäftigten

k_i - Stunden / Monatslohnkosten

t_i - Einsatzzeit

M - Menge

$$K^{Inv}(\Omega,t)=\sum_{n_1} k^{t}_{n_1}(\Omega)*t_{n_1}\Big|^{t_{n_1}=t_e}_{t_{n_1}=0}$$

n_1 - Anzahl der Geräte Ω_{n_1}

$k_{n_1}(\Omega)$ - Mietkosten der Geräte Ω_{n_1}

t_{n_1} - Einsatzzeit der Geräte Ω_{n_1}

$$K^{Mat}=f\sum_{n_2} k(M_{at,n_2})*M_{n_2}$$

n_2 - Anzahl der verschiedenen Materialien M_{at}

$k(M_{at,n_2})$ - Einheitskosten der Materialien M_{at,n_2}

M_{n_2} - Mengen der Materialien M_{at,n_2}

$$K^{Sub}=f(P_i^{Sub,fest};\Delta P_i^{Sub,Nachtrag})$$

$P_i^{Sub,fest}$ - Leistungspreis für Subleistungen

$\Delta P_i^{Sub,Nachtr}$ - Nachtragspreis für Subleistungen

Der Preis des Unternehmers kann sich aufgrund durch den Bauherrn genehmigter Nachträge verändern:

$$\Delta P_i^{Nachtr} \stackrel{!}{=} R_{total,EW}^{Nachtr}$$

Die Nachträge sollten in der Risikobandbreite des Bauherrn liegen.

Ist-Gewinn:

$$G^{Ist} = G_{1,EW} \pm \Delta K(\Phi;T)$$

$\Delta K(\Phi;T)$ - Gewinn durch höhere Effizienz für die Leistung / Elementherstellung Φ mit dem damit verbundenen Zeitgewinn zur Einsparung von Lohn- und Gerätekosten oder Verlust (Abb. 3.38).

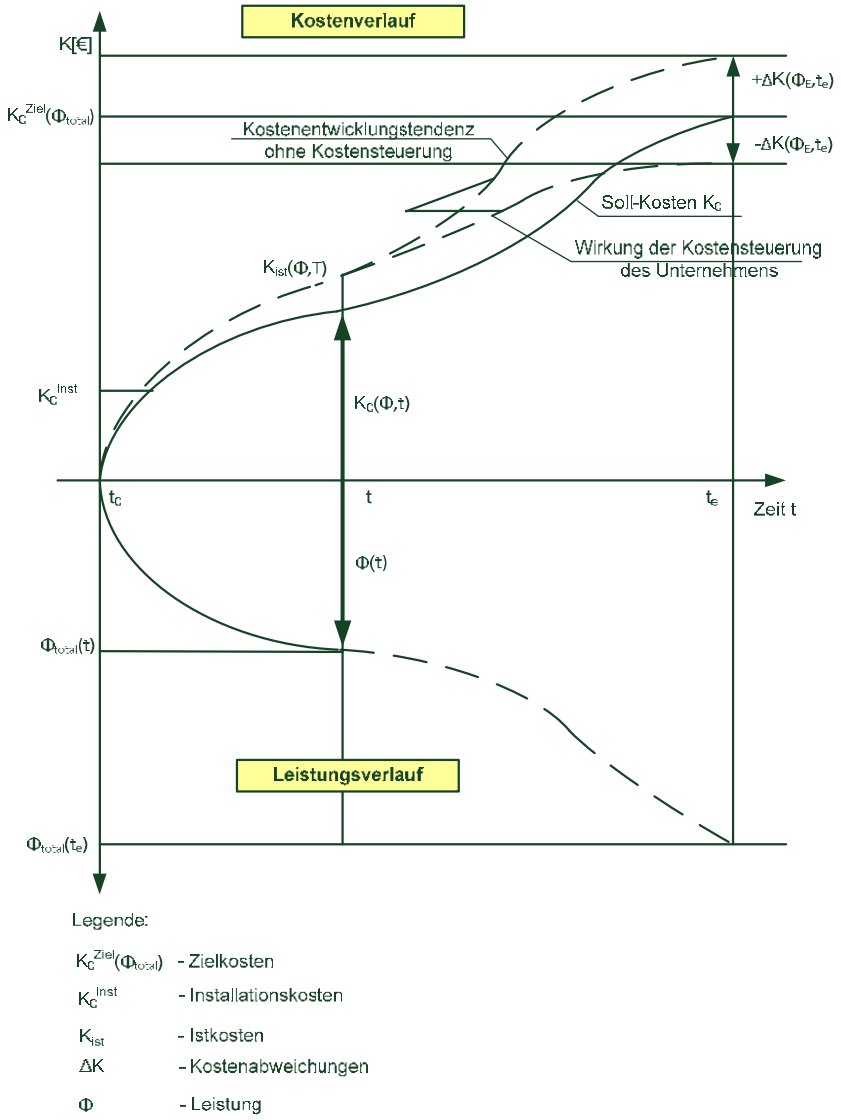


Abb. 3.38: Wirkung der Leistungs- und Kostensteuerung des Unternehmers

Die zielorientierte Kostensteuerung des Unternehmers kann über folgende Parameter gesteuert werden (Abb. 3.38):

- Planung des Produktionsprozesses mit Sollvorgaben (top down)
- Leistungserhöhung / -verbesserung der Arbeitsteams und des Geräteeinsatzes durch kontinuierlichen Verbesserungsprozess (bottom up), wöchentlich
- Veränderung bei den Leistungsgeräten, z.B.
  - Ersatz durch ein störungsfreies Gerät
  - Ersatz durch ein leistungsfähigeres Gerät
  - Erhöhung der Bewegungsgeschwindigkeit der Geräte durch optimale Nutzung der geometrischen operationellen Betriebsverhältnisse
- Reduzierung von nicht wertschöpfenden Aktivitäten wie z.B. Materialsuche, Warten auf Geräte etc.
- Verbesserung der Logistik (Bereitstellung / Transport / Lager / Identifizierung etc.)
- verbesserte Leistungskontrolle und kontinuierliche Verbesserung (KVP)

Ziel der Steuerung muss es sein, den top down geplanten Bauproduktionsprozess durch einen gezielten begleitenden kontinuierlichen Verbesserungsprozess (KVP) (bottom up) zu verbessern, um bei gleicher Wertschöpfung geringere Kosten zu erzielen, denn im Normalfall ist der Nutzen einer Bauaufgabe in der Produktionsphase durch Ausführungspläne und Leistungsbeschreibung klar definiert. Dadurch ist der zu erzielende Nutzen klar definiert und für die Bauproduktion invariant. Somit gilt für die Kostensteuerung in der Bauproduktion das **ökonomische Minimalprinzip**.

Die Kostensteuerung eines Unternehmens ist zwar weitgehend losgelöst von der des Bauherrn, jedoch ist sie dennoch integraler Bestandteil des Bauprozesses. Die Verbindung zur Kostensteuerung des Bauherrn besteht in der Vorgabe des vertraglichen Bausolls (Nutzenelement) und dem vereinbarten Baupreis P, der sich nach diesem Konzept im Budgetrahmen A^{Invest} des Bauherrn bewegen muss. Mögliche Nachträge bilden eine weitere Schnittstelle. Bei Totalunternehmen ist die Bauprozesssteuerung holistischer Bestandteil der Kostensteuerung bis zur Übergabe zum definierten Preis.

3.4.4 Fazit

Das vorliegende mathematische Modell bildet die probabilistische Kostensteuerung holistisch über den gesamten Bauprozess ab. Dabei erfolgt die Kostensteuerung basierend auf der lebenszyklusorientierten Investitionsentscheidung. Ausgehend vom Mietniveau und dem dazugehörigen Systemstandard und Standort wird das bauliche System beruhend auf der Renditeerwartung über den Lebenszyklus entwickelt. Durch die kybernetische Kostensteuerung in den Projektphasen werden die immateriellen Realkosten immer wieder mit den Zielkosten verglichen. Damit wird sichergestellt, dass die anvisierte Zielrendite nicht schon in der Planungsphase gefährdet wird und die Realkosten in der Realisierungsphase nicht die Zielkosten gefährden. Somit bleibt für die bauliche Anlage nur noch das Marktrisiko, da die Investitionsrisiken konsequent gesteuert werden. Dabei muss beachtet werden, dass alle Prognosen eine Intervallbreite, z. B. beim Investitionsbudget, und eine probabilistische Verteilung aufweisen.

In diesem Modell wurde der Fall der Investitionskostenüberschreitung um ΔA einer damit einhergehenden Mietpreissteigerung ΔE (Abb. 3.28), die eine gleiche oder höhere Rendite erzielt, nicht berücksichtigt. Diese Erweiterung ist mit diesem Modell durch iterative Wiederholung in der Konzeptphase möglich.

3.5 Sicherstellung der effizienten Projektrealisierung

Der Schlüssel zur raschen Projektrealisierung liegt beim Bauherrn. Er muss sicherstellen, dass eine zielorientierte, weitestgehend störungsfreie, effiziente Projektabwicklung möglich ist. Um dies zu erreichen, muss er folgende Fragen geklärt haben [12]:

- Zielsetzung und Entscheidung
  - eindeutige Vorabklärung der Bedürfnisse und Randbedingungen
  - klare Zielsetzungen und Entscheidungen in Bezug auf Funktionalität, Qualität, Kosten und Zeit
  - klare Zielvorgaben
  - effiziente Entscheidungsstruktur
- Genehmigung und Finanzierung
  - Die Genehmigungsfähigkeit oder sogar die Genehmigung muss geklärt sein.
  - Die Genehmigungsverfahren und -zeiten müssen festgelegt sein.
  - Die Auflagen für eine Genehmigung müssen erfüllt sein.
  - Die Finanzierung muss sichergestellt sein.
- Projektstruktur
  - Abklärung der zur raschen Projektrealisierung notwendigen Projektabwicklungs-, Ausschreibungs- und Vergabeformen
  - geeignete Projektmanagementformen

Es ist wichtig, dass der Bauherr erkennt, welchen Beitrag er leisten muss, um eine schnelle, möglichst reibungslose Projektrealisierung zu gewährleisten. So sollte er bereits in der Vorprojektphase durch die Unterstützung eines Beraters oder professionellen Projektmanagers klare, transparente Vorstellungen entwickelt haben. Ferner müssen alle Hürden auf dem Weg der Projektgenehmigungen genommen sein. Die Verkürzung der Genehmigungs- und Entscheidungsprozesse ist eine wichtige Zielgrösse. Der Finanzierung des Projekts muss eine verlässliche Kostenschätzung mit Sicherstellung der entsprechenden Varianzbreite zugrunde liegen.

Aufbauend auf dieser Basis lässt sich der Erfolg sicherstellen, wenn der Bauherr, beraten durch einen erfahrenen Bauherrenberater oder Projektmanager [13], die für das Projekt optimale Abwicklungsform wählt.

Diese kann sein:

- Einzelleistungsträger
- Generalplaner und / oder Generalunternehmer
- Totalunternehmer
- Systemleistungsträger

Die Empfehlung des Projektmanagers sollte möglichst unabhängig von den Eigeninteressen Zweiter oder Dritter erfolgen. Dabei ist es wichtig, unter Berücksichtigung der jeweiligen organisatorischen Struktur des Bauherrn eine projektspezifische Analyse über die Vor- und Nachteile in Bezug auf Qualität, Risiken, Kostensicherheit, Beschleunigungspotenzial sowie über die Einschränkungen auf der Anbieterseite zu machen.

3.6 Projektorganisationsentwicklung

Die Projektorganisation im Bauprozess entwickelt sich mit den Prozessstufen dynamisch. Da sich dieses Buch mit der Projektabwicklungsform auseinandersetzt, sollen im Rahmen der Projektorganisationsformen (Abb. 3.39) nur die wesentlichen Aspekte behandelt werden. Aufgrund des dynamischen Charakters der Prozessentwicklung eines Bauprojekts kann man drei verschiedene Projektorganisationsformen identifizieren, die sich in den Übergangsphasen zur nächsten Bauprozessphase flexibel ändern und anpassen.

In der *Konzept- und Vorstudienphase* sollte sich der Bauherr durch einen professionellen Berater oder ein Beraterteam unterstützen lassen, damit für seine Bedürfnisse ein angemessener, Erfolg versprechender und wirtschaftlicher Lösungsansatz ermittelt wird. Dabei steht im Vordergrund, wie der Bauherr seine Ziele am besten umsetzen kann. Hier sind grundsätzliche Fragen zu klären, z. B.:

- Ist überhaupt eine eigene bauliche Lösung notwendig oder kann das Ziel durch Auslagerung auf andere Marktteilnehmer bei gleichzeitiger Aufrechterhaltung der eigenen finanziellen Flexibilität wirtschaftlicher erreicht werden?
- Welcher Standort ist langfristig in Bezug auf Werterhaltung und Wertsteigerung am effektivsten?

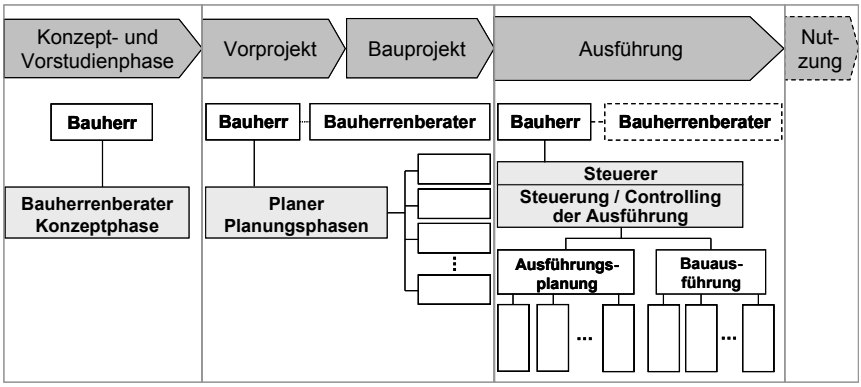
- Ist ein Neubau erforderlich oder gibt es qualitativ vergleichbare Umnutzungsprojekte?
- Welcher Mitteleinsatz ist für eine entsprechende Rendite wirtschaftlich gerechtfertigt?
- Wie wirkt sich ein repräsentatives Projekt auf Rendite und Werterhaltung aus?
- Welche rechtlichen Rahmenbedingungen müssen für eine erfolgreiche Realisierung beachtet werden und wie wirken sie sich funktional, gestalterisch und finanziell auf die angestrebte Rendite aus?

Diese Aufgabe erfordert im Regelfall einen Berater mit hoher betriebswirtschaftlicher Kompetenz und vertiefter Kenntnis der Bauprozesse und des Entwurfs. Der Berater sollte durch einen Juristen und einen erfahrenen Entwurfsarchitekten mit Kostenkenntnissen hinsichtlich baulicher Lösungsumsetzungen begleitet werden.

In der *Vor- und Bauprojektphase* definiert der Bauherr seine Ziele für eine bauliche Lösung mit den entsprechenden wirtschaftlichen Rahmenbedingungen. Nachdem die Entscheidung für ein Bau- oder Umnutzungsprojekt gefallen ist, beginnen die Vorprojekt- und die Bauprojektphase mit dem Entwurf von Lösungsvarianten, der Genehmigungs- und der Ausführungsplanung. In dieser Phase muss ein Planerteam – am besten unter der Leitung eines Architekten, Ingenieurs oder TU, der das Projekt bereits in der Konzeptphase betreut hat – die Vorgaben unter Beachtung von Kostenrahmen, Funktionalität sowie architektonischer und ingenieurmässiger Qualität umsetzen.

Damit die Erreichbarkeit der Ziele des Bauherrn unter den definierten Rahmenbedingungen kontinuierlich gewährleistet ist, sollte der Bauherr den Bauherrenberater auch zur Überwachung der Planung als Controlling-Instanz weiter beauftragen. Damit wird verhindert, dass die Planung eine selbständige, von den Zielen losgelöste Eigendynamik erhält. Der leitende Planer bzw. TU sollte die Steuerung und das interne Controlling des Planungsteams hinsichtlich der Ziele und Zielerreichung vornehmen. Beim Übergang von der Bauprojekt- zur Ausführungsphase erweitert sich die Projektorganisation durch die ausführenden Unternehmen.

In der *Ausführungsphase* sollte ein Bauherrenberater bzw. Projektsteuerer die Leitung bzw. das Controlling des Ausführungsprojekts vornehmen. Die Aufgaben des Projektsteuerers bestehen darin, die Ausführungsplanung gemäss der Genehmigungsplanung und Ausschreibung innerhalb des Qualitäts-, Termin- und Kostenrahmens umzusetzen, falls der Bauherr keine expliziten Änderungen in Auftrag gibt.



		Aufgaben	Teamleader Teammitglied
Konzept/ Vorstudien	Bauherr Bauherrenberater Konzeptphase	• betriebswirtschaftliche Aspekte • finanzwirtschaftliche Aspekte • gestalterische/ bautechnische Aspekte/ Konzeption	• Betriebswirt • Finanzfachmann • Entwurfsarchitekt/ Ingenieur
Vorprojekt/ Bauprojekt	Bauherr – Bauherrenberater Planer Planungsphasen Architekt Konstruktion HKL Sanitär	• funktionaler/ gestalterischer Entwurf • fachtechnischer Entwurf • betriebswirtschaftliche/ juristische Beratung	• Architekt • Statiker / Konstrukteur • HKL • Fassadenplaner • Betriebswirt / Jurist
Ausführung	Bauherr – Bauherrenberater Steuerer Steuerung / Controlling der Ausführung Ausführungsplanung Bauausführung	• Erfüllung Vorgaben: - betriebswirtschaftlich - architektonisch - Qualität - Termin - Kosten • Schnittstellen-management • Ausführung: - Ausführungsplanung - Ausführung auf Baustelle	• Projektsteuerer, GU, GP, TU (Termin, Kosten, Rendite) • Architekt, GP (Ausführungsplanung) • Bauleiter, GU, TU (Bauausführung)

Abb. 3.39: Bauprozessentwicklung und Projektorganisationsformen

Ferner sollte der Bauherrenberater die Ausführungsplanung gemäss Ausführungsterminplanung der Unternehmen gewerkeübergreifend vornehmen und steuern, jedoch nicht bei TU-Projekten, da der TU diese Aufgaben mit den übernommenen Risiken wahrnehmen muss. Die Projektsteuerung ist eine sehr wichtige Aufgabe, da z.B. vielen Planern für Heizung-Klima-Lüftung (HKL-Planer) nicht bewusst ist, dass die HKL-Planung für die Erstellung der Schal- und Werkpläne bereits weitgehend abgeschlossen sein muss, damit unnötige, nachträgliche Stemmarbeiten für Durchbrüche und Schlitze vermieden werden. Ausserdem sollte der Bauherrenberater bzw.

Projektsteuerer die Termin-, Qualitäts-, Kosten- und Zahlungskontrollen durchführen.

Die Projektsteuerung in der Ausführungsphase kann alternativ wie folgt durchgeführt werden:

- bei der Einzelleistungsträgerorganisation durch:
  - einen professionellen externen Projektsteuerer oder
  - einen Architekten oder
  - einen Ingenieur
- bei der Generalleistungsträgerorganisation:
  - beim Generalplaner durch den beauftragten Architekten oder Bauingenieur
  - beim Generalunternehmer durch das beauftragte Unternehmen
- bei der Totalunternehmerorganisation durch den Totalunternehmer oder Systemführer

Bei der General- bzw. Totalunternehmerbeauftragung sollte der Bauherr eine Kontrollinstanz installieren, damit die Planung und Ausführung hinsichtlich der Ausschreibung in Bezug auf Funktionalität, Qualität, Terminen und Kosten erfüllt wird. Diese Instanz könnte durch den Bauherrenberater, Entwurfsarchitekten oder -ingenieur qualifiziert besetzt werden. Ferner wird diese Instanz herangezogen, falls sich spezifische Fragestellungen ergeben, die eine von den Baubeteiligten unabhängige Beratung erfordern.

3.7 Kooperationen – Entfaltung von Innovationen und Synergien

Neue Anforderungen erfordern neues Denken

Zur Nutzung der weitgehend brachliegenden Synergien zwischen der Planungs-, Bauausführungs- und Betriebsphase sind neue Formen der Zusammenarbeit zwischen den verschiedenen Projektbeteiligten zu finden. Die traditionelle Aufgabentrennung zwischen Bauherr, Planer und ausführenden Unternehmen ist gerade vor dem Hintergrund enger Termin- und Kostenvorgaben nicht mehr optimal [76]. Es müssen Wege gefunden werden, um eine Komprimierung und Parallelisierung von bisher nacheinander in Planung, Genehmigung, Ausschreibung und Ausführung ablaufenden

Prozessen zu erreichen. Erfüllt das Projekt die Grundvoraussetzungen und möchte der Bauherr die möglichen Synergien, die sich durch eine funktionale Ausschreibung ergeben, nutzen, muss er von vornherein die Prozesse und Abläufe darauf abstellen.

Für den Bauherrn bedeutet dies ein Reengineering der Projektorganisation, die weitreichende Delegation von Aufgaben an die ausführenden Unternehmen und die Konzentration auf seine wichtigsten Funktionen. Diese liegen in der Formulierung seiner Anforderungen an die Projekte, der Schaffung des funktionalen, technischen, rechtlichen und wirtschaftlichen Rahmens für die Realisierung sowie der darauf abgestimmten Überwachung der Projektabwicklung zur Erreichung der Projektziele, zur Risikoreduzierung und -verteilung und Sicherstellung der Vergleichbarkeit der Ideenlösungen.

Auf der anderen Seite sind Unternehmer gefragt, die über entsprechende Kompetenz, Zuverlässigkeit und Bonität verfügen und bereit sind, einen Teil der bisher vom Bauherrn getragenen Aufgaben synergetisch durch Zusammenführen von Planung, Ausführung und Nutzung zu übernehmen (Life-Cycle-Orientierung). Dadurch werden im Allgemeinen optimierte Gesamtlösungen erreicht. Ferner wird das Problem des Wissensverlusts, das bei Trennung von Planung, Ausführung und Betrieb auftritt, weitestgehend gelöst. Durch ein umfassendes Innovationsmanagement wird die Gesamtleistung einer ganzheitlichen Verantwortung zugeführt. Dadurch ergibt sich für den Bauherrn ein wesentlich geringeres Konfliktpotenzial. Nachträge werden reduziert und die Abrechnung wird wesentlich vereinfacht.

Unternehmenskooperationen

Je weiter die horizontale und vertikale bzw. diagonale Integration betrieben wird, desto stärker stellt sich besonders für KMUs das Problem, nicht alle erforderlichen Kompetenzen vorhalten zu können. Als Lösung dieses Problems bieten sich Unternehmenskooperationen an, die von gewachsenen Kontakten über strategische Allianzen bis hin zu Unternehmenszusammenschlüssen reichen können. In Form einer solchen Kooperation schliessen sich Unternehmen mit Leistungen entlang der Wertschöpfungskette zusammen, um gemeinschaftlich ganzheitliche General-, Total- oder Systemanbieterleistungen anbieten zu können. Beispiel wäre hier der Zusammenschluss von Planern sowie Roh-, Ausbau- und Gebäudetechnikunternehmen mit dem Ziel, dem Kunden anspruchsvolle Hochbauten aus einer Hand zu offerieren. Vorteilhaft ist dabei die Spezialisierung auf bestimmte Projektarten wie Multiplex-Kinos, Krankenhäuser, Parkhäuser, Banken, Tunnel etc. Es wird damit mittelfristig die Ausbildung einer wett-

bewerbsunterscheidenden Systemkompetenz entwickelt, die auch in terminlicher Hinsicht deutliche Vorteile mit sich bringt.

Neben den diagonalen sind auch rein vertikale und horizontale Kooperationen denkbar. Erstere beziehen sich auf Unternehmen, deren Produkte in der Wertschöpfungskette direkt aufeinander folgen. Beispiel wäre hier ein Generalunternehmer, der eine Kooperation mit einem Baustofflieferanten eingeht, um sich damit Preisvorteile, bevorzugte Belieferung und eine optimal abgestimmte Auftragsabwicklung zu sichern. Ein Beispiel für horizontal kooperieren Unternehmen mit Produkten auf der gleichen Wertschöpfungsstufe sind zwei Bauunternehmen, die durch die Zusammenlegung von Ressourcen wie z.B. Baumaschinen Kosten sparen [77].

In jedem Fall ist zur Ausschöpfung des vollen Erfolgspotenzials von Kooperationen ein potenter Prozessverantwortlicher und ein leistungsfähiges Projektmanagement, das die Partner und deren Kompetenzen untereinander vernetzt, unerlässlich. Nur damit kann erreicht werden, dass beispielsweise im Fall eines Totalunternehmerangebots die Bauausführungskompetenz schon in den Planungsprozess einfliesst und so eine Optimierung in Bezug auf Kosten und Termine stattfinden kann. Alle Schnittstellen, sowohl zwischen den Kooperationspartnern als auch zu externen Nachunternehmern, müssen projektübergreifend standardisiert und optimiert sein, um damit die Transaktionskosten auf ein Minimum zu reduzieren. Der Prozess der Projektabwicklung ist ebenfalls projektübergreifend so detailliert und sinnvoll wie möglich festzulegen.

Ein weiterer Vorteil ergibt sich bei projektübergreifenden Kooperationen in Bezug auf Nachträge. Die langfristige Perspektive ist hier für die beteiligten Unternehmen Anreiz, Schnittstellenprobleme flexibel und kooperativ zu lösen und dabei Mehrkosten möglichst zu vermeiden. Bei auf ein Projekt beschränkten Kooperationen wie z.B. klassischen ARGEn ist bereits eine gegenseitige Rücksichtnahme unter den Partnern zu erkennen; die Bereitschaft zu Konflikten ist geringer. Bei Einzelvergaben ist jedes Unternehmen versucht, aus dem Projekt den maximalen Gewinn zu ziehen, und wird daher kaum eine Gelegenheit auslassen, gegenüber dem Bauherrn finanzielle Forderungen, z.B. infolge von Schnittstellenproblemen, zu konstruieren. Bei langfristig angelegten Kooperationen können diese „Reibungsverluste“ hingegen aus dem genannten Grund auf ein Minimum reduziert werden. Zudem können die Schnittstellen professioneller gesteuert werden und bergen somit ein geringeres Konfliktpotenzial.

In der Betrachtung der General- und Totalleistungsträger sowie Systemanbieter ist deutlich geworden, dass in der diagonalen Integration grosse Chancen für Unternehmen liegen. Wichtig ist aber auch hier die Konzentration auf einige Marktsegmente, in denen die Kernkompetenzen des Unternehmens wirksam werden, wie beispielsweise Spitäler und Tunnelbau-

werke. Andernfalls ist die Wahrscheinlichkeit gross, vieles einigermassen, aber nichts konkurrenzunterscheidend gut zu können.

Ein Unternehmen, das sich vom Gesamtleistungsträger zum Systemanbieter entwickeln möchte, muss mehrere Phasen durchlaufen. In der Phase der strategischen Unternehmenspositionierung muss überlegt werden, wo die besonderen Stärken des Unternehmens liegen. Auf dieser Grundlage werden in der zweiten Phase mögliche Zielsegmente untersucht. Neben den eigenen Stärken spielen hier auch das Marktwachstumspotenzial, die Wettbewerbsintensität und das Differenzierungspotenzial eine wichtige Rolle. Ist ein Zielsegment ausgewählt, so müssen die erforderlichen Ressourcen mit den vorhandenen abgeglichen werden. Die verbleibende Lücke kann durch eigene Aufbauarbeit oder Unternehmenskooperationen geschlossen werden. Die letzte Phase ist die der Entfaltung der Systemanbieterkompetenz. Wichtigste Aufgabe ist dabei der Aufbau eines effektiven und flexiblen Projektmanagements, das eine im Vergleich zur Konkurrenz schnellere und reibungslosere Projektabwicklung mit niedrigeren Transaktionskosten erlaubt, und in dem angestrebten Marktsegment ein Systemkonzept entwickelt.

Unternehmen und Bauherren sind aufgerufen, den Systemanbieterwettbewerb künftig stärker zu fördern, Erstere bezüglich ihres Leistungsangebots und Letztere durch entsprechende Nachfrage. Neuere Untersuchungen stützen die Vermutung, dass der Systemanbieterwettbewerb im Vergleich zu den heute gängigen Wettbewerbsformen deutliche Effizienzvorteile hat [78]. Wer sich heute für den Systemanbieterwettbewerb öffnet und nicht an den etablierten Strukturen haftet, hat die grosse Chance, morgen „die Nase vorn“ zu haben.

Kooperationen zum Aufbau von Systemangeboten

Die Formen des Gesamtleistungswettbewerbs stellen Anforderungen, die von vielen Bauunternehmen noch nicht zu bewältigen sind. Gerade der Anspruch, Synergiebarrieren zwischen Planung, Ausführung und Nutzung zu überwinden, kann bis heute nur von wenigen Unternehmen allein verwirklicht werden.

Ein Ausweg zur Lösung dieser Problematik ist in einem gezielten Ausbau von Kooperationen bzw. strategischen Allianzen unter einem Systemführer zu finden [79]. Verschiedene Unternehmen mit unterschiedlichen, komplementären Kernkompetenzen verknüpfen ihre Leistungsvorsprünge in wettbewerbsrelevanten Teilbereichen zum Angebot wettbewerbsfähiger Gesamtleistungen. Welche Leistungen am Markt frei eingekauft, selbst erbracht oder langfristig durch Kooperationen gesichert werden sollten, muss

im Rahmen strategischer Make-or-Buy-or-Cooperate-Überlegungen entschieden werden.

Zum erfolgreichen Aufbau von Systemanbieterleistungen, z.B. im Marktsegment Büro- und Wohnungsbau, ist es unbedingt erforderlich, schnittstellenübergreifendes Know-how zu erarbeiten. Die übergreifende Nutzung des innerhalb einer Kooperation vorhandenen komplementären Know-hows erlaubt, ganzheitliche Lösungsansätze schnell und effizient zu erarbeiten. Aufwendungen zum Aufbau und zur Pflege geeigneter technischer und wirtschaftlicher Lösungen verteilen sich auf mehrere Partner. Risiken werden dividiert, Chancen multipliziert. Der Unternehmer kann die bisher vom Bauherrn wahrgenommenen Aufgaben in seine Leistung als Systemführer integrieren und erhält damit die Chance, wesentlich früher Einfluss auf das Projekt zu nehmen. Damit schafft er für sich einen Spielraum, innerhalb dessen er seine Kompetenz und sein spezifisches Know-how zur Optimierung des Gesamtprojekts nutzen kann. Er kann sich dabei vom Bauleistungsanbieter zum Bautechnologie- und Baumanagementunternehmen und zum Systemanbieter entwickeln.

Kooperationsbestrebungen zur Erarbeitung eines Systemangebots müssen einen langfristigen Charakter haben. Der Anspruch des gegenseitigen Lernens zur Erzielung eines grösstmöglichen Innovationspotenzials lässt sich nur über eine projektübergreifende Zusammenarbeit verwirklichen. Es besteht nur dann ein Interesse, sich über einen Austausch vorhandener Ressourcen gegenseitig zu stärken, wenn alle Partner hiervon einen längerfristigen Vorteil erwarten dürfen. Nur mit der Perspektive einer langfristigen Zusammenarbeit wird sich der Anspruch des gegenseitigen Lernens und Vertrauens umsetzen lassen. Kooperationen unter Leitung eines Systemführers sollten durch die Verknüpfung vielfältiger Kernkompetenzen die Bereitstellung eines tiefen und breiten Leistungsangebots ermöglichen. Bei der Zusammenstellung eines Kooperationsportfolios ist zur Erreichung eines maximalen Innovationspotenzials auf eine sinnvolle Ergänzung verschiedener Kernkompetenzen zu achten.

Kooperationen von Partnern mit unterschiedlichen Kernkompetenzen ermöglichen die übergreifende Nutzung eines vorhandenen Know-how-Portfolios. Integrale Baulösungen lassen sich somit schnittstellenübergreifend erarbeiten. Unterschiedliche, komplementäre Kernkompetenzen sowohl im Bereich der Planung, Herstellung und Ausrüstung als auch im Angebot von Hochbau, Tunnelunterhaltungen oder -sanierungen werden innerhalb des definierten Zielsegments zu einem Gesamtleistungsprogramm auf hohem Niveau unter der Verantwortung des Systemführers zusammengefügt.

Für den Bauherrn ergeben sich insgesamt geringere Gesamtprojektkosten, verbunden mit einer hohen Kosten-, Termin- und Qualitätssicherheit. Die kürzere Projektdauer reduziert seine Aufwendungen zur Vorfinanzierung. Weniger Schnittstellen in der Projektabwicklung vereinfachen das Vertragsmanagement und reduzieren vorhandene Fehlerquellen in der Zusammenarbeit.

4 Projektabwicklungsformen im Hochbau und Infrastrukturbereich

Die Investitionsvorhaben des Bauherrn sind mit Risiken verbunden. Daher sucht er die auf seine Bedürfnisse am besten abgestimmte Projektabwicklungsform, die seine Risiken optimal abgrenzt und mindert. Folgende Risiken bestehen für den Bauherrn:

- Investitionsrisiko
- Kostenrisiko
- Qualitätsrisiko
- Terminrisiko
- Betriebs- und Nutzungsrisiko

Das Investitionsrisiko beinhaltet die Werterhaltung und Rendite der baulichen Anlage über die Nutzungsphase und bleibt meist beim Bauherrn. Im Investitionsrisiko enthalten ist somit implizit das allgemeine Marktrisiko bezüglich der Nachfrage nach der baulichen Anlage. Dieses Risiko ist ein elementares Investorrisiko. Da ihm auch gleichzeitig Renditenchancen gegenüberstehen, sollte es beim Investor bleiben. Die Rendite wird durch den erzielbaren Marktpreis und die laufenden Kosten des Betriebs der baulichen Anlage geprägt. Die Kosten der Erstellung und des Betriebs des Bauwerks werden jedoch im Wesentlichen durch das Konzept der baulichen Lösungen beeinflusst. Das Know-how für die Gestaltung dieser Lösungen liegt bei den Architekten, Ingenieuren und Unternehmen der Bauwirtschaft. Der Bauherr hat, je nach Projektabwicklungsform und Vertragsgestaltung, die Möglichkeit, Termin-, Kosten- und Qualitätsrisiko auf andere Projektpartner zu übertragen oder zumindest zu vermindern, denn Life-Cycle-Kosten lassen sich durch entsprechende Anreizsysteme in den unterschiedlichen Projektabwicklungsformen auf diejenigen übertragen, die die bauliche Anlage entworfen und gebaut haben und die Kosten während der Nutzung beeinflussen können. Dieser Ansatz ermöglicht auch eine neue Dynamik bei der Innovation von gewerkeübergreifenden baulichen Systemen, da man die Kosten der Investition und des Betriebs unter

G. Girmscheid, *Projektabwicklung in der Bauwirtschaft,* DOI 10.1007/978-3-642-14385-4_4,
© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2010

Wettbewerb stellt. Der Bauherr muss – abgestimmt auf die Art des Projekts, die Komplexität, die beabsichtigte Risikoteilung, die zur Verfügung stehenden Mittel und aufgrund der eigenen Organisation – die für ihn geeignete Projektorganisationsform wählen.

Die Aufgaben und die Organisation des Projektmanagements [12] verteilen sich im Wesentlichen auf den Bauherrn und die Leistungsträger, unter denen man Planer, bauausführende Unternehmen und Betreiber versteht. Wie gross der jeweilige Anteil der Projektbeteiligten an dieser Aufgabe ist, hängt von der Projektabwicklungs- und Organisationsform des Projekts ab. Man unterscheidet dabei wie folgt (Abb. 4.1):

- Leistungsträgerorganisationen:
  - Einzelleistungsträger
  - Smart – Werkgruppenvergabe
  - Generalplaner
  - Generalunternehmer

    ⇒ Schlüsselfertigbau auf der Basis fertiger Ausführungspläne
  - Totalunternehmer mit mehreren Varianten

    ⇒ Schlüsselfertigbau auf der Basis von Genehmigungsplänen und Raumbuch

    ⇒ Schlüsselfertigbau auf der Basis eines Vorentwurfs mit Raum- und Funktionsprogramm
  - Systemanbieter

    ⇒ Schlüsselfertigbau auf der Basis eines Vorentwurfs mit Raum und Funktionsprogramm mittels optimierten Systemkonzepten oder individualisierten Systemfertigteilbauten und möglicherweise Betriebs-Contracting in der Nutzungsphase
- Leistungsvermittlerorganisationen:
  - Generalübernehmer
  - Totalübernehmer

Die Leistungsträgerorganisationen wie Einzelleistungsträger, Generalplaner und -unternehmer sowie Totalunternehmer erstellen Sach- und Dienstleistungen und übernehmen Garantien. Als weitere Varianten sind noch die General- bzw. Totalübernehmer zu nennen, die als reine Managementorganisationen nur Dienstleistungen und Garantien anbieten. Im Unterschied

zum Unternehmer tritt der Übernehmer zwar dem Bauherrn gegenüber als Auftragnehmer auf, vergibt aber sämtliche Bau- bzw. Planungsleistungen an Nachunternehmer.

Das von SBV und SIA vorgeschlagene Smart-Konzept ist zwischen Einzelleistungsträger und Generalunternehmer angesiedelt. Die Planung wird im Auftrag des Bauherrn unter Einbezug von Unternehmern erstellt. Die Ausschreibung der zusammengehörenden Einzelleistungen erfolgt in Werkgruppen auf der Basis der ausführungsreifen Planung.

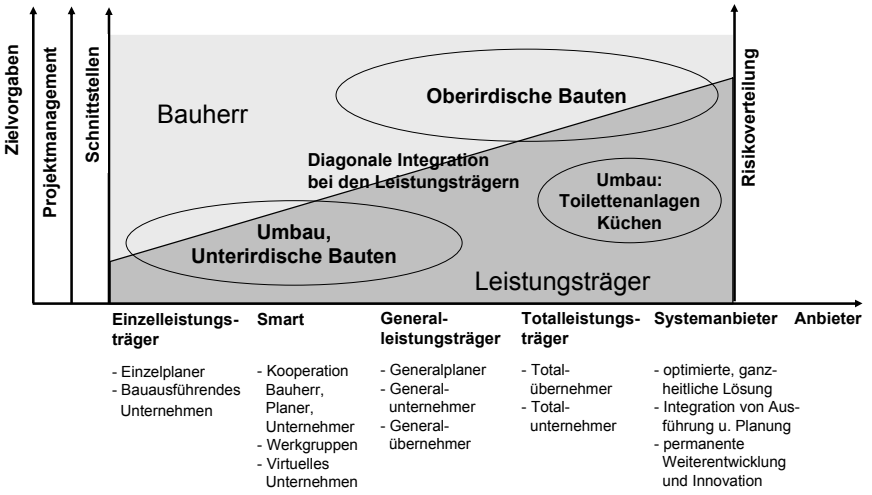


Abb. 4.1: Formen der Projektabwicklung

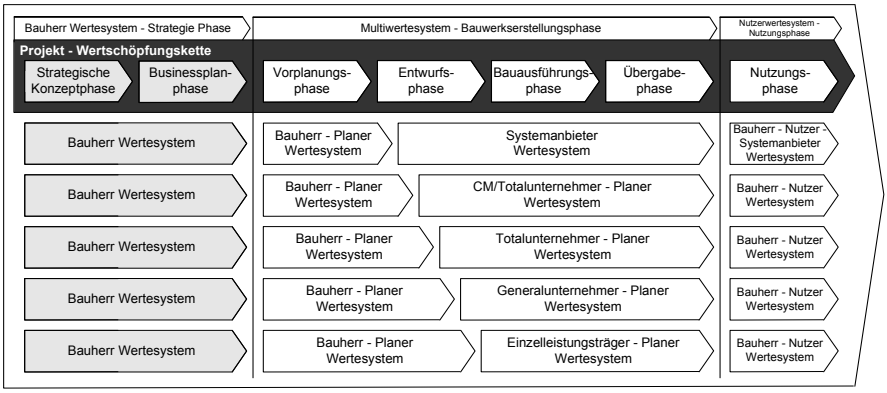


Abb. 4.2: Prozess-Wertesystem-Matrix (PWM) – Integrierende Wertesysteme der Leistungsträger im Bauwerkserstellungsprozess [80]

In Abb. 4.2 sind die einzelnen Projektabwicklungsformen dem Bauwerkserstellungsprozess, oder wie man aus betriebswirtschaftlicher Sicht sagt, dem Projektwertschöpfungsprozess zugeordnet. Aufgrund der interagierenden Wertesysteme der projektbeteiligten Leistungsträger sowie der Wertesysteme des Bauherrn und der späteren Nutzer wird deutlich, wie komplex der Bauwerkserstellungsprozess ist.

In Verbindung mit der in Abb. 2.6 dargestellten Prozess-Aktivitäts-Matrix und der Prozess-Wertesystem-Matrix (Abb. 4.2) wird die Kompliziertheit deutlich, die Kundenbedürfnisse in das gewünschte Leistungsergebnis umzusetzen.

Für jedes Projekt stellt sich die Frage, welche Projektabwicklungsform geeignet ist. Der Bauherr hat dabei die Wahl zwischen verschiedenen Projektabwicklungsformen und den dazugehörigen Werkvertragsformen (Abb. 4.3). Dabei wird deutlich, welche prinzipiellen Risikoarten vom Leistungsanbieter übernommen werden, die immanent in diesen Projektabwicklungsformen stecken. Zudem werden oft bei den Pauschalverträgen Kosten- und Termingarantien vereinbart.

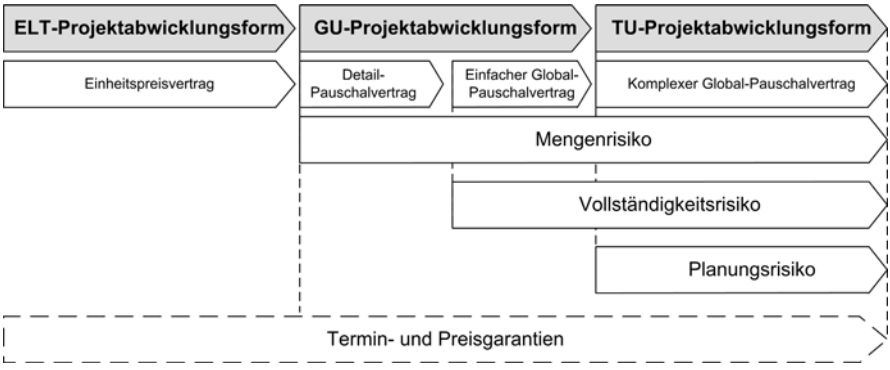


Abb. 4.3: Projektabwicklungsformen und Vertragsarten

Ein zentraler Aspekt ist dabei die Optimierung des Projektmanagements. Falsch wäre die Annahme, dass der Aufwand im Projektmanagement bei den dargestellten Projektabwicklungsformen im Wesentlichen gleich ist und nur zu unterschiedlichen Anteilen auf die Projektbeteiligten aufgeteilt wird. Es muss projektspezifisch untersucht werden, welche Projektabwicklungsform für den Bauherrn die bestgeeignete Lösung darstellt. Dies kann nach folgenden Kriterien erfolgen:

- Bauherrenorganisation
- Gestaltungsmöglichkeit, Individualität und Änderungsmöglichkeiten

- Optimierte Lösung durch Konkurrenz der Ideen
- Preiswettbewerb oder Preis- / Lösungswettbewerb
- Risikoverteilung
- Kosten- und Terminsicherheit
- Rasche Realisierung

Das Ergebnis dieser Untersuchung gibt einen wesentlichen Hinweis auf die Wahl der richtigen Projektabwicklungsform. Man erkennt daraus, dass eine einfache Antwort wie „billig, gut und schnell“ nicht gegeben werden kann. Daher werden nachfolgend eine Entscheidungsmethode sowie Kriterien und Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Projektabwicklungsformen, unter Berücksichtigung der Prozessinteraktionen der verschiedenen Beteiligten, zusammengestellt, mit besonderer Beachtung der raschen Abwicklungsmöglichkeit und der Risikoverteilung.

4.1 Risikobasierte Entscheidungshilfen zur Wahl der Projektabwicklungs- und Wettbewerbsform

4.1.1 Konzept

Für jedes Bauprojekt stellt sich für den Bauherrn als Auftraggeber zu Beginn die Frage, welche der verschiedenen Möglichkeiten einer Projektabwicklung für ihn die am besten geeignete Lösung darstellt. Die drei am häufigsten angewendeten Projektabwicklungsformen sind:

- Projektabwicklung mit Einzelleistungsträgern (ELT)
- Projektabwicklung mit einem Generalunternehmer (GU)
- Projektabwicklung mit einem Totalunternehmer (TU)

Damit die Wahl der Projektabwicklungs- und Wettbewerbsform nicht nur subjektiven Kriterien unterworfen wird („Haben wir immer schon so gemacht“ oder „Wir haben keine ausreichende Entscheidungsbasis“), soll hier ein Konzept diskutiert werden, wie die Auswahl der optimalen Projektabwicklungs- und Wettbewerbsform mittels einer risikobasierten Nutzwertanalyse erfolgen kann. Chancen und Gefahren werden durch einen systematischen Vergleich der zur Verfügung stehenden Alternativen hinsichtlich der Erreichung der Ziele des Bauherrn, der Risikoverteilung sowie der Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Projektabwicklungsfor-

men unter besonderer Berücksichtigung der raschen Projektdurchführung berücksichtigt.

Das Risiko des Bauherrn besteht in der Gefahr, dass die priorisierten Zielgrössen wie Werterhaltung und Rendite sowie deren untergeordnete Grössen Qualität, Funktionalität, Variabilität der Nutzung, Kosten und Termine bezogen auf die Bau- und Nutzungsphase nicht erreicht werden. Wie werden die Projektabwicklungs- und Wettbewerbsformen hinsichtlich der besten Zielerreichung bewertet? Hierzu ist es erforderlich, das Zielsystem in bewertbare Haupt- und Unterziele zu untergliedern.

Zur Bewertung der monetären bzw. nichtmonetären Risiken, denen die Erstellung eines Bauprojekts unterliegt und die einen unterschiedlichen Einfluss auf die Zielerreichung innerhalb der betrachteten Projektabwicklungsformen haben, stehen verschiedene Hilfsmittel zur Verfügung. Die Delphi-Methode zur Abschätzung des qualitativen und quantitativen Einflusses der Risiken auf die einzelnen Zielkriterien sowie die Praktikermethode bzw. die Monte-Carlo-Simulation zur Berücksichtigung der Unsicherheit in der Berechnung der Nutzwerte bilden den methodischen Hintergrund der risikoorientierten Nutzwertanalyse. Mit Hilfe dieser Nutzwertanalyse kann der Zielerreichungsgrad der betrachteten Projektabwicklungsformen beurteilt werden.

4.1.2 Ablauf der Entscheidungsfindung

Jede Methode zur Vorhersage zukünftiger Entwicklungen sowie deren Risiken (Chancen und Gefahren) ist dadurch begrenzt, dass sie nur die bereits bekannten Chancen und Gefahren einbezieht. Die systematische Entscheidungsfindung vermag allerdings, das erkennbare und prognostizierbare Risikopotenzial unter Nutzung aller Erfahrungen und Erkenntnisse systematisch zu analysieren und zu bewerten.

Eine solche Analyse zur Entscheidungsfindung für die am besten geeignete Projektabwicklungs- und Wettbewerbsform kann nach dem Ablaufschema in Abb. 4.4 durchgeführt werden.

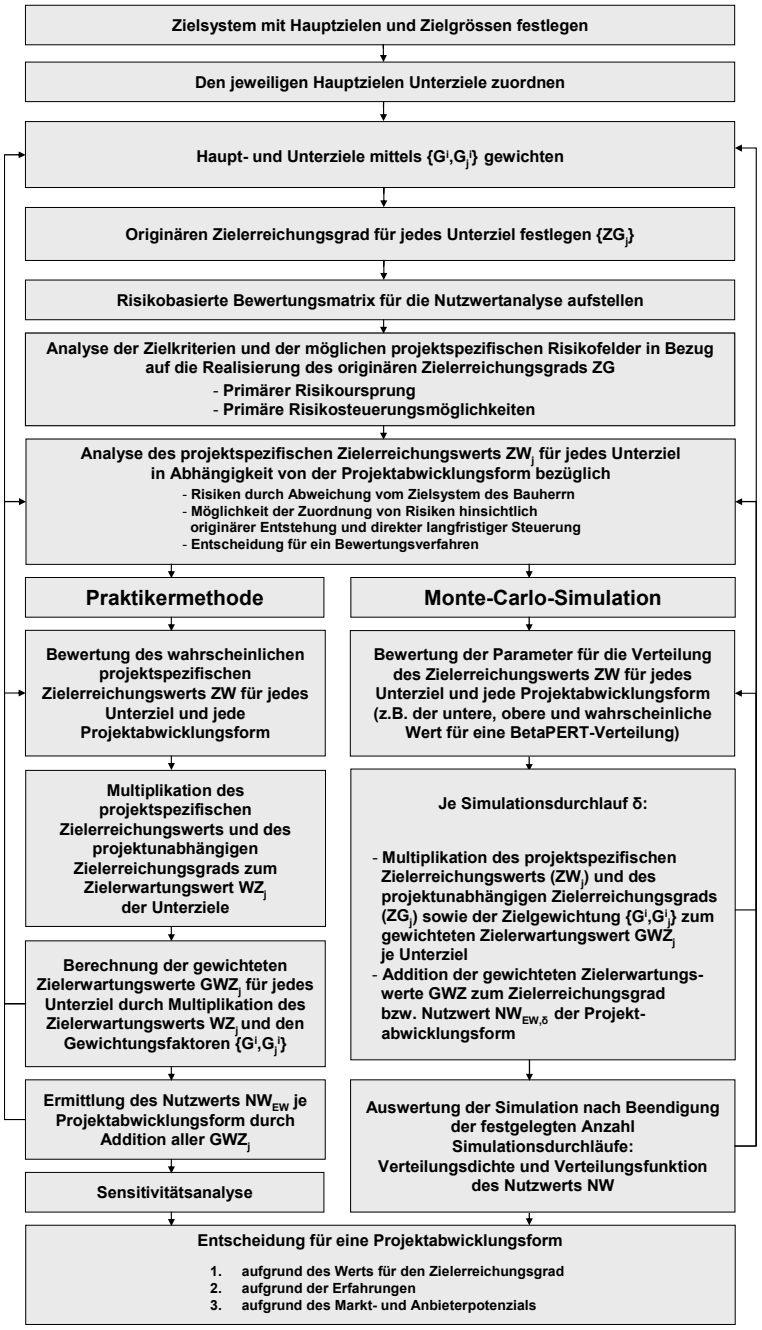


Abb. 4.4: Ablaufschema einer Risiko- und Nutzwertanalyse zur Bestimmung der optimalen Projektabwicklungs- und Wettbewerbsform [81]

Zielsystem

Allgemein gültige Ziele und Entscheidungskriterien der Bauherren hinsichtlich der optimalen Wahl der Projektabwicklungs- und Wettbewerbsform gibt es nicht. Wichtige individuelle Ziele des Bauherrn können Werterhaltung, Rendite, Qualität, Funktionalität, Kosten und Termine sein.

Bei der Bildung des Zielsystems ist darauf zu achten, dass die wichtigen projektrelevanten Zielkriterien vollständig erfasst werden und untereinander präferenzunabhängig sind. Um die praktische Durchführbarkeit sicherzustellen, sollten nicht mehr als 20 bis 40 Zielkriterien berücksichtigt werden – nach Möglichkeit eher weniger. Die Ziele sind in einer Zielhierarchie zu gliedern. Jedes Hauptziel innerhalb der Zielhierarchie sollte in Unterziele aufgeteilt werden.

Nachfolgend werden einige wichtige Ziele von Bauherren, die durch die Projektabwicklungsformen qualitativ bzw. quantitativ beeinflusst werden, betrachtet.

- Die *Kosten* des Baus und Betriebs einer baulichen Anlage sind bei nahezu allen Auftraggebern ein wichtiges Ziel. Dabei spielt die Kostensicherheit bei der Bauabwicklung und in Zukunft auch beim Betrieb der Anlage in der Nutzungsphase eine entscheidende Rolle. Die Fixkosten der Bauwerkserstellung und die variablen Betriebs- und Unterhaltskosten beeinflussen direkt die Rendite. Die Rendite ergibt sich aus der Differenz zwischen der Höhe der erzielbaren Einnahmen und dem Kostenblock aus Betriebs- und Kapitalkosten. Lässt sich die Rendite langfristig attraktiv hoch gestalten, wird das positiv auf die Werterhaltung der baulichen Anlage wirken. Werterhaltung und Rendite sind – ausser von den Kosten – auch vom Standort, der architektonischen Qualität und der Nutzungsflexibilität abhängig.

- *Time to Market* ist für alle neuen baulichen Anlagen heute und in Zukunft von immer grösserer Bedeutung. Ist eine gute Idee vorhanden, muss sie umgesetzt werden, bevor Nachahmer mit der Imitierung beginnen. Das Ziel „Termine“ umfasst jedoch mehr als nur eine kurze Bauzeit. Auch die behinderungs- und nachtragsfreie Koordinierung der Fertigstellung der baulichen Anlage hat dabei in der Tiefenstruktur der terminlichen Abwicklung eine sehr wichtige, nicht zu unterschätzende Bedeutung. Die Auswirkungen der damit verbundenen Risiken werden entscheidend durch die Art der Projektabwicklungs- und Wettbewerbsform geprägt. Terminrisiken führen zu Kostenrisiken; daher erfolgt ihre Bewertung aufgrund der Kosten, die sie direkt und indirekt verursachen.

- Die *Qualität* lässt sich nicht so einfach wie Termine und Kosten durch diskrete Zahlenwerte ausdrücken. Die Qualität einer baulichen Anlage setzt sich aus objektiv und subjektiv wahrnehmbaren Elementen zusammen. Häufig kann der Bauherr die Qualität einer baulichen Anlage nur durch den Vergleich seiner Erwartungen mit ihrer Beschaffenheit ableiten. Die objektiven Qualitätsziele lassen sich durch die projektspezifischen, vertraglich definierten Anforderungen hinsichtlich Funktionalität, Grösse, Art der Baustoffe, Tragfähigkeit, Dauerhaftigkeit, Variabilität in der Nutzung etc. bewerten. Viel schwieriger ist die Bewertung der subjektiven oder sogar latenten Qualitätsanforderungen des Bauherrn. Zu ihnen gehört die architektonische Gestaltung, zum Teil auch die Funktionalität etc. Ziel einer Nutzwertanalyse muss es sein, diese subjektiven und latenten Anforderungen soweit wie möglich zu externalisieren und einem Bewertungsschema zugänglich zu machen. Die vorgestellte Aufzählung ist nicht vollständig und muss projektspezifisch erstellt werden.

Projektziele und originäre Zuordnung der Risiken

Den Projektzielen lassen sich für jede Projektabwicklungsform Risikofelder hinsichtlich des Risikoursprungs und der jeweiligen Beeinflussbarkeit durch die Prozessverantwortlichen zuordnen [82], [83]. Sie müssen bezüglich der Zielerreichung projektspezifisch analysiert werden. Hier sollte man gemäss dem Forschungsansatz SysBau© [84] die Risikobetrachtung auf die Bau- und Nutzungsphase ausdehnen. Wenn man diese Life-Cycle-Betrachtung anstellt, bleiben z.B. die Vermarktungsrisiken in der Nutzungsphase beim Investor und Bauherrn. Auch muss man die Genehmigungs-, Planungs- und Ausführungsrisiken noch weiter unterteilen. Hier erkennt man sehr schnell, dass z.B. das prinzipielle Genehmigungsrisiko ein originäres Bauherrenrisiko ist. Der Bauherr wählt den Standort und formuliert die Art, Funktionalität und weitgehend die gestalterischen Rahmenbedingungen des Bauwerks, die dann die Genehmigungsfähigkeit grundsätzlich beeinflussen. Somit muss er bereits beim Kauf des Grundstücks die Genehmigungsfähigkeit des geplanten Bauvorhabens feststellen lassen. Das Gleiche gilt auch hinsichtlich der Eignung des Baugrunds. Die originären Risiken der technischen Planung und Ausführung zur Sicherstellung der definierten Art und Funktionalität der baulichen Anlage liegen je nach Projektabwicklungsform beim Bauherrn, den Planern und / oder den Unternehmen. Auch die originären Bau- und Betriebsrisiken einer baulichen Anlage sind je nach Projektabwicklungsform dem Bauherrn, den Planern und / oder Unternehmen zugeordnet. In einer kundenorientierten Bauwirtschaft sollten diese Risiken allerdings von Planern und ausführen-

den Unternehmen übernommen werden, da sie die projektspezifischen Anforderungen mit ihrem Fach-Know-how umsetzen und die eigentlichen Prozessverantwortlichen sind. Die verschiedenen Projektabwicklungsformen eignen sich jedoch in sehr unterschiedlichem qualitativem oder quantitativem Mass zur Übertragung dieser Risiken. Der Soll-Zielerreichungsgrad des Bauherrn hängt davon ab, inwieweit es gelingt, die originären beeinflussbaren Risiken auf diejenigen Projektbeteiligten zu übertragen, die die technische und finanzielle Kompetenz der Risikosteuerung zu den geringsten Kosten aufweisen. Dieses Potenzial zur Determinierung des Zielerreichungsgrads wird im Wesentlichen systematisch durch die Projektabwicklungsformen beeinflusst, da sich durch sie die Schnittstellen und Verantwortlichkeiten und somit die Risikoträger ergeben.

Neben dieser systematischen, situativen und projektspezifischen Beurteilung der optimalen Projektabwicklungsform ist des Weiteren das Markt- und Anbieterpotenzial zu beurteilen. Hier muss z.B. qualitativ abgeschätzt werden, ob für das spezifische Projekt und die potenziellen Projektabwicklungsformen geeignete Anbieter vorhanden sind. Dies beinhaltet eine Spezifizierung der Anforderungen an die Qualität der jeweiligen Planer und Unternehmer. Werden neben originären Planungs- und Ausführungsrisiken in Zukunft vermehrt Unterhalts- und Betriebskostenrisiken auf Planer und Unternehmer als Prozessverantwortliche übertragen, dann muss sichergestellt sein, dass ihre Garantieversprechen auch in der Nutzungsphase finanziell durchsetzbar sind. Die Planer weisen im Regelfall keine ausreichende finanzielle Potenz auf, um dem Bauherrn ein solches umfassenderes Garantieversprechen zu geben und abzusichern, auch wenn es vielleicht gesetzlich möglich wäre. Das bedeutet, dass nur Unternehmen mit entsprechender Bankabsicherung dem Bauherrn umfassendere Garantien geben können. Diese Überlegungen müssen bereits frühzeitig in den Entscheidungsprozess einfliessen.

Durchführung der risikobasierten Nutzwertanalyse des Zielerreichungsgrads

Die risikobasierte Nutzwertanalyse des Zielerreichungsgrads einer Projektabwicklungsform basiert auf standardisierten Methoden [81]. Dazu gehört eine Bewertungsmatrix, die die verschiedenen Gewichtungsfaktoren der Haupt- und Unterziele sowie den projektunabhängigen, originären Zielerreichungsgrad (ZG) der verschiedenen Projektabwicklungsformen für die Zielkriterien enthält. Die Zusammenstellung der Haupt- und Unterziele sowie der sie beeinflussenden Risiken, z.B. mittels Checklisten, dient dafür als Grundlage.

Anschliessend müssen die Ursachen, die die projektspezifische Zielerreichung beeinflussen, identifiziert und darauf aufbauend die Höhe des projektspezifischen Zielerreichungswerts (ZW) der Projektabwicklungsform bestimmt werden. Dieser kann maximal den Wert 1 annehmen. Je kleiner er ist, desto stärker weicht die projektspezifische Zielerreichung des untersuchten Zielkriteriums vom originären, projektunabhängigen Zielerreichungsgrad (ZG) ab. Da für den projektspezifischen Zielerreichungswert im Regelfall keine statistischen Werte vorliegen, ist eine Abschätzung durch Experten z.B. mittels der Delphi-Methode notwendig. Der Umfang der benötigten Eingangsdaten hängt vom verwendeten Verfahren zur Berücksichtigung der Unsicherheit bei der Berechnung des Nutzwertes ab.

Die Praktikermethode benötigt pro Unterziel (Zielkriterium) lediglich die Schätzung des wahrscheinlichsten Werts der projektspezifischen Zielerreichung (ZW). Sie geht dabei vom arithmetischen Mittel des Zielerreichungswerts aus. Das Produkt aus projektunabhängigem Zielerreichungsgrad (ZG), projektspezifischem Zielerreichungswert (ZW) und der relativen Gewichtung aus den Hauptzielen (G^i) und den Unterzielen (G_j^j) ergibt den projektspezifischen, gewichteten Erwartungswert (GWZ) des Unterziels. Der Nutzwert der Zielerreichung der Projektabwicklungsform berechnet sich aus der Summe der projektspezifischen, gewichteten Erwartungswerte über alle Unterziele. Die Praktikermethode betrachtet für jede Projektabwicklungsform lediglich ein mögliches, wenn auch wahrscheinliches Szenario. Die Streubreite der unsicheren Schätzungen wird dabei ausser Acht gelassen.

Die Monte-Carlo-Simulation vermeidet dieses Manko. Sie berücksichtigt, dass nicht alle Zielkriterien gleichzeitig und in gleichem Mass erfüllt werden, sondern dass die situativen Ausprägungen der Erfüllung der Zielkriterien des jeweiligen Projekts in einer gewissen Streubreite auftreten. Diese Streubreite des projektspezifischen Zielerreichungswerts (ZW) bezüglich eines Zielkriteriums kann diskret oder stetig, z.B. nach einer Beta-PERT-Funktion, verteilt sein. Eine BetaPERT-Verteilung erfordert als Eingangsparameter einen unteren, einen oberen sowie einen wahrscheinlichsten Wert zur Festlegung der Wahrscheinlichkeitsverteilung. Diese Verteilung des Zielerreichungswerts des jeweiligen Zielkriteriums wird situativ und projektspezifisch für jede Projektabwicklungsform gebildet. Nach Festlegung der gewünschten Anzahl von Simulationsdurchläufen, von denen jeder einem möglichen Szenario entspricht, wird für jeden Durchlauf ein projektspezifischer Zielerreichungswert für jedes Zielkriterium aus der Wahrscheinlichkeitsverteilung ausgewählt und mit dem projektunabhängigen Zielerreichungsgrad (ZG) sowie der relativen Gewich-

tung multipliziert. Die Summe der projektspezifischen, gewichteten Zielerwartungswerte (GWZ) ergibt den Nutzwert der Zielerreichung der Projektabwicklungsform des jeweiligen Simulationsdurchlaufs. Durch die Auswertung aller Durchläufe erhält man für den Nutzwert der Zielerreichung jeder Projektabwicklungsform den Erwartungswert NW_{EW} mit der dazugehörigen Standardabweichung σ^2. Je kleiner die Standardabweichung ist, umso stabiler ist der ermittelte Nutzwert der Zielerreichung für die jeweilige Projektabwicklungsform. Bei der sich aufgrund des zentralen Grenzwertsatzes der Stochastik ergebenden Dichte- und Verteilungsfunktion lässt sich die Sensivität des Ergebnisses aus der Varianz bzw. Standardabweichung interpretieren. Bei der Praktikermethode hingegen ist die Sensitivitätsanalyse notwendig, um die wesentlichen ergebnisrelevanten Einflussfaktoren zu identifizieren.

Wahl der Projektabwicklungs- und Wettbewerbsform

Basierend auf dem analytischen Verfahren erhält man entscheidungsunterstützende Informationen zur projektangepassten Wahl der Projektabwicklungsform. Diese Methode sollte man nur als weitgehend objektive Entscheidungsunterstützung betrachten. Die Grenzen des Einsatzes sind einerseits durch die beschränkte, aber systematische Betrachtungsweise und andererseits durch die oft subjektiv getroffene Abschätzung der projektunabhängigen Zielerreichungsgrade (ZG) und der projektspezifischen Zielerreichungswerte (ZW) gegeben. Die Entscheidung sollte nicht ausschliesslich auf dieser Grundlage, aber mit ihrer Hilfe gefällt werden, da sie zu einem systematischen Vorgehen bei der Auswahl unter allen in Betracht gezogenen Projektabwicklungsformen bei grösseren Projekten führt.

4.1.3 Beispiel

Dem Bauherrn stehen zur Durchführung seines Bauprojekts die folgenden drei verschiedenen Projektabwicklungsformen zur Verfügung:

- Projektabwicklung mit Einzelleistungsträgern (ELT)
- Projektabwicklung mit einem Generalunternehmer (GU)
- Projektabwicklung mit einem Totalunternehmer (TU)

Um diese verschiedenen Varianten bewerten zu können, muss der Bauherr ein individuelles, projektspezifisches Zielsystem, bestehend aus Hauptzielen und dazugehörenden Unterzielen, festlegen. Als Hauptziele eignen sich beispielsweise [82]:

1. Hauptziel – geringe Gesamtkosten und kurze Bauzeit (HZ^1)

2. Hauptziel – Kosten- und Terminsicherheit (HZ^2)

3. Hauptziel – Erfüllung der Qualitätsanforderungen (HZ^3)

Die Durchführung der risikoorientierten Nutzwertanalyse erfordert vom Bauherrn zusätzlich eine projektspezifische Gewichtung dieser Hauptziele, die sich von Projekt zu Projekt unterscheiden kann. Auch ist es denkbar, andere Hauptziele zu verfolgen, die jedoch ohne grossen Aufwand in die risikoorientierte Nutzwertanalyse integriert werden können. Eine projektspezifische Gewichtung sieht für die oben genannten Hauptziele z.B. folgendermassen aus:

1. Hauptziel – Gewichtung $G^1 = 40\,\%$

2. Hauptziel – Gewichtung $G^2 = 30\,\%$

3. Hauptziel – Gewichtung $G^3 = 30\,\%$

Die Summe dieser absoluten Gewichtungsfaktoren muss 100 % ergeben ($\sum_i G^i = 100\,\%$). Für jedes Hauptziel i lassen sich nun verschiedene Unterziele j angeben. Das Hauptziel HZ^1 „geringe Gesamtkosten und kurze Bauzeit“ ist beispielsweise durch folgende Unterziele ($1 \le j \le n^1$) geprägt:

1. Planungszeit (UZ_1^1)

2. Minimierung der Planungsmängel (UZ_2^1)

3. Bauzeit (UZ_3^1)

4. Niedrige Kosten der Einzelgewerke / Gesamtvergabekosten (UZ_4^1)

5. Minimierung der Ausführungsmängel (UZ_5^1)

6. Minimierung der Nachträge (UZ_6^1)

Diese sind wiederum im Hinblick auf ihre Bedeutung für das Erreichen des Hauptziels i zu gewichten. Wichtig ist dabei, dass die Summe aller relativen, projektspezifischen Gewichtungsfaktoren der Unterzielkriterien G_j^i eines Hauptziels wiederum 100 % ergibt ($\sum_j G_j^i = 100\,\%$).

Die absolute Gewichtung eines Zielkriteriums g_j^i lässt sich aus dem Produkt von absoluter Gewichtung des Hauptziels G^i und relativer Gewichtung des Unterzielkriteriums G_j^i errechnen.

$$g_j^i = G^i \cdot G_j^i \qquad [-]$$

i	Index für das Hauptziel
j	Index für das Unterziel
g_j^i	absolute Gewichtung des Unterziels j des Hauptziels i
G^i	absolute Gewichtung des Hauptziels i
G_j^i	relative Gewichtung des Unterziels j des Hauptziels i

Die Gewichtung ist nun abgeschlossen und für das vorgestellte Beispiel in Tabelle 1 dargestellt.

Der nächste Arbeitsschritt beinhaltet die eigentliche risikoorientierte Bewertung der mit den einzelnen Projektabwicklungsformen möglichen Erreichung der Zielkriterien. Für die Bewertung sind je Zielkriterium zwei Schätzwerte notwendig:

- Projektunabhängiger Zielerreichungsgrad ($ZG_{j,k}^i$)
- Projektspezifischer Zielerreichungswert ($ZW_{j,k}^i$)

Der Zielerreichungsgrad $ZG_{j,k}^i$ beschreibt projektunabhängig, in welcher Höhe das genannte Zielkriterium bei der entsprechenden Projektabwicklungsform k erreicht werden kann. Für die Bestimmung des Zielerreichungsgrades $ZG_{j,k}^i$ stehen die Skalenwerte von 0 bis 5 mit folgenden Interpretationen zur Verfügung:

- 0: keine Zielerreichung möglich
- 1: sehr geringer Zielerreichungsgrad
- 2: geringer Zielerreichungsgrad
- 3: mittlerer Zielerreichungsgrad
- 4: hoher Zielerreichungsgrad
- 5: sehr hoher Zielerreichungsgrad

Der projektspezifische Zielerreichungswert $ZW^{i}_{j,k}$ wird situativ abgeschätzt, z.B. mittels Delphi-Methode oder durch eine Einzelexpertenschätzung, und dient der Anpassung der projektunabhängig für die betrachteten Projektabwicklungsformen vorgegeben Zielerreichungsgrade an die spezifischen Projektgegebenheiten. Er kann Werte zwischen 0 und 1 annehmen und gibt damit für das jeweilige Projekt / die jeweilige Projektabwicklungsform k an, ob der Zielerreichungsgrad für das Unterziel j des Hauptziels i ganz erreicht ($ZW^{i}_{j,k} = 1$), nicht erreicht ($ZW^{i}_{j,k} = 0$) oder nur teilweise erreicht wird.

Aus dem Produkt von projektunabhängigem Zielerreichungsgrad $ZG^{i}_{j,k}$ und projektspezifischem Zielerreichungswert $ZW^{i}_{j,k}$ ergibt sich der Zielerwartungswert $WZ^{i}_{j,k}$ für das betrachtete Unterziel. Gewichtet man diesen mit der absoluten Gewichtung des Unterziels g^{i}_{j}, indem man das Produkt aus beiden Werten bildet, so erhält man den gewichteten Zielerwartungswert $GWZ^{i}_{j,k}$ des Unterziels. Die Summe aller gewichteten Zielerwartungswerte einer Projektabwicklungsform ergibt den *projektspezifisch gewichteten Zielerreichungsgrad (Nutzwert) der jeweiligen Variante*.

Vergleicht man die Nutzwerte verschiedener Projektabwicklungsformen, so ist diejenige mit dem höchsten Wert die optimale Projektabwicklungsform für den Bauherrn. Der Nutzwert dient somit dem relativen Vergleich verschiedener Alternativen.

Das prinzipielle mathematische Vorgehen zur Ermittlung des Nutzwerts gestaltet sich wie in Abb. 4.5 dargestellt:

- Zunächst ist für jedes Unterziel j jeder betrachteten Projektabwicklungsform k das Produkt aus projektunabhängigem Zielerreichungsgrad $ZG^{i}_{j,k}$ und projektspezifischem Zielerreichungswert $ZW^{i}_{j,k}$ zu bilden.

$$WZ^{i}_{j,k} = ZG^{i}_{j,k} \cdot ZW^{i}_{j,k}$$

$$k = \left\{ k \,\middle|\, k = ELT \vee\ k = GU \vee\ k = TU \vee\ k = ... \right\}$$

k : Index für die Projektabwicklungsform (z.B. ELT / GU / TU)

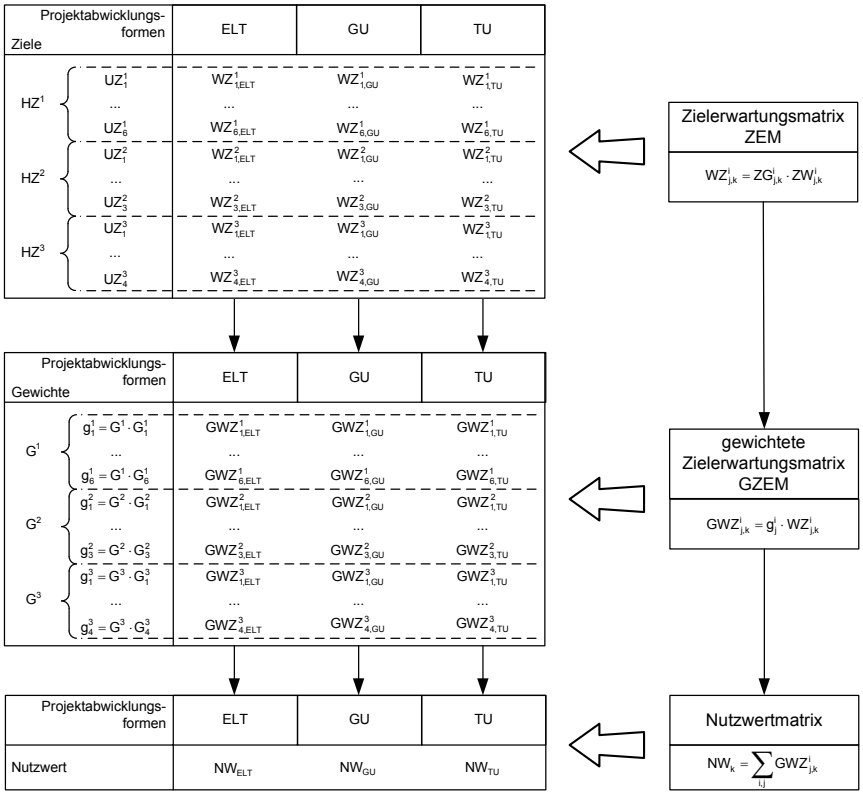
i : Index für das Hauptziel

j : Index für das Unterziel

$WZ^{i}_{j,k}$: projektspezifischer Zielerwartungswert

$ZG^{i}_{j,k}$: projektunabhängiger Zielerreichungsgrad der Projektabwicklungform

$ZW^{i}_{j,k}$: projektspezifischer Zielerreichungswert



i	Index für das Hauptziel	$ZW^{i}_{j,k}$	projektspezifischer Zielerreichungswert
j	Index für das Unterziel	G^{i}	(absolute) Gewichtung Hauptziel
k	Index für die Projektabwicklungsform	G^{i}_{j}	(relative) Gewichtung Unterziel
HZ^{i}	Hauptziel	g^{i}_{j}	(absolute) Gewichtung Unterziel
UZ^{i}_{j}	Unterziel	$GWZ^{i}_{j,k}$	projektspezifischer, gewichteter Erwartungswert
$WZ^{i}_{j,k}$	projektspezifischer Zielerwartungswert	NW_{k}	Nutzwert
$ZG^{i}_{j,k}$	projektunabhängiger Zielerreichungsgrad der Projektabwicklungsform		

Abb. 4.5: Mathematisches Vorgehen zur Ermittlung des Nutzwerts

Die sich ergebenden Zielerwartungswerte $WZ^{i}_{j,k}$ können anschliessend in Form der Zielerwartungsmatrix ZEM dargestellt werden.

$$ZEM = \left(\begin{array}{c|c|c} WZ^{1}_{1,ELT} & WZ^{1}_{1,GU} & WZ^{1}_{1,TU} \\ \dots & \dots & \dots \\ WZ^{1}_{6,ELT} & WZ^{1}_{6,GU} & WZ^{1}_{6,TU} \\ WZ^{2}_{1,ELT} & WZ^{2}_{1,GU} & WZ^{2}_{1,TU} \\ \dots & \dots & \dots \\ WZ^{2}_{3,ELT} & WZ^{2}_{3,GU} & WZ^{2}_{3,TU} \\ WZ^{3}_{1,ELT} & WZ^{3}_{1,GU} & WZ^{3}_{1,TU} \\ \dots & \dots & \dots \\ WZ^{3}_{4,ELT} & WZ^{3}_{4,GU} & WZ^{3}_{4,TU} \end{array}\right)$$

Die gewichteten Zielerwartungswerte $GWZ^{i}_{j,k}$ ergeben sich durch zeilenweise Skalarmultiplikation der Zielerwartungsmatrix ZEM mit der unterzielspezifischen absoluten Gewichtung g^{i}_{j}, die sich aus dem Produkt der absoluten Gewichtung des Hauptziels G^{i} und relativer Gewichtung des Unterzielkriteriums G^{i}_{j} berechnet.

Aus $GWZ^{i}_{j,k} = g^{i}_{j} \cdot WZ^{i}_{j,k} = G^{i} \cdot G^{i}_{j} \cdot WZ^{i}_{j,k} = G^{i} \cdot G^{i}_{j} \cdot ZG^{i}_{j,k} \cdot ZW^{i}_{j,k}$
folgt die gewichtete Zielerwartungsmatrix GZEM:

$$GZEM = \left(\begin{array}{c|c|c} GWZ^{1}_{1,ELT} & GWZ^{1}_{1,GU} & GWZ^{1}_{1,TU} \\ \dots & \dots & \dots \\ GWZ^{1}_{6,ELT} & GWZ^{1}_{6,GU} & GWZ^{1}_{6,TU} \\ GWZ^{2}_{1,ELT} & GWZ^{2}_{1,GU} & GWZ^{2}_{1,TU} \\ \dots & \dots & \dots \\ GWZ^{2}_{3,ELT} & GWZ^{2}_{3,GU} & GWZ^{2}_{3,TU} \\ GWZ^{3}_{1,ELT} & GWZ^{3}_{1,GU} & GWZ^{3}_{1,TU} \\ \dots & \dots & \dots \\ GWZ^{3}_{4,ELT} & GWZ^{3}_{4,GU} & GWZ^{3}_{4,TU} \end{array}\right)$$

$$k = \left\{k \,\middle|\, k = ELT \vee\ k = GU \vee\ k = TU \vee\ k = \dots\right\}$$

k: Index für die Projektabwicklungsform (z.B. ELT / GU / TU)

n: Anzahl der untersuchten Projektabwicklungsformen

i: Index für das Hauptziel

j: Index für das Unterziel

$GWZ^{i}_{j,k}$: gewichtete Zielerwartungswerte

g^{i}_{j}: absolute Gewichtung des Unterziels j des Hauptziels i

$ZG^{i}_{j,k}$: projektunabhängiger Zielerreichungsgrad der Projektabwicklungform

$ZW^{i}_{j,k}$: projektspezifischer Zielerreichungswert

- Der Nutzwert NW_k für die einzelnen Projektabwicklungsformen k berechnet sich schliesslich durch spaltenweises Aufsummieren der gewichteten Zielerwartungswerte $GWZ^{i}_{j,k}$.

$$NW_k = \sum_{i,j} GWZ^{i}_{j,k} = \sum_{i} \sum_{j} GWZ^{i}_{j,k}$$

Die praktische Durchführung einer risikoorientierten Nutzwertanalyse gestaltet sich wie in Tabelle 1 dargestellt, wobei hier sowohl die Zielerwartungswerte $WZ^{i}_{j,k}$ wie auch die gewichteten Zielerwartungswerte $GWZ^{i}_{j,k}$ in einer so genannten Bewertungsmatrix zusammengefasst sind.

Für die Ermittlung der Nutzwerte kommen die folgenden zwei Methoden in Frage:

- Praktikermethode
- Monte-Carlo-Simulation

Die Praktikermethode geht vom arithmetischen Mittelwert der projektspezifischen Zielerreichungswerte aus. In dem vorgestellten Beispiel (Tabelle 1) ergeben sich dann folgende risikoorientierte Nutzwerte für die Zielerreichungsgrade der verschiedenen Projektabwicklungsformen:

- Einzelleistungsträger (ELT): $NW_{EW,ELT} = \sum_{i,j} GWZ^{i}_{j,ELT} = 2.05$

- Gesamtleistungsträger (GU): $NW_{EW,GU} = \sum_{i,j} GWZ^{i}_{j,GU} = 2.74$
- Totalleistungsträger (TU): $NW_{EW,TU} = \sum_{i,j} GWZ^{i}_{j,TU} = 3.67$

Unter den vom Bauherrn projektspezifisch definierten Hauptzielen und Zielkriterien sowie den zugehörigen Gewichtungsfaktoren erzielt die Variante mit einem Totalunternehmer den höchsten Nutzwert.

Tabelle 1: Bewertungsmatrix der risikoorientierten Nutzwertanalyse

Hauptziel	Gewich-tung (absolut)	Zielkriterium	Gewichtung (relativ)	Gewichtung (absolut)	ELT ZG	ELT ZW	ELT WZ	ELT GWZ	GU ZG	GU ZW	GU WZ	GU GWZ	TU ZG	TU ZW	TU WZ	TU GWZ
Geringe Gesamtkosten und kurze Bauzeit	40.00 %	Planungszeit	5.00 %	2.00 %	2.0	0.60	1.20	0.02	2.0	0.60	1.20	0.02	5.0	1.00	5.00	0.10
		Minimierung der Planungsmängel	20.00 %	8.00 %	2.0	0.60	1.20	0.10	3.0	0.60	1.80	0.14	5.0	0.80	4.00	0.32
		Bauzeit	15.00 %	6.00 %	2.0	0.40	0.80	0.05	4.0	0.40	1.60	0.10	5.0	0.90	4.50	0.27
		Niedrige Kosten der Einzelgewerke / Gesamtvergabekosten	10.00 %	4.00 %	5.0	0.90	4.50	0.18	4.0	0.80	3.20	0.13	4.0	0.60	2.40	0.10
		Minimierung der Ausführungsmängel	30.00 %	12.00 %	3.0	0.40	1.20	0.14	4.0	0.60	2.40	0.29	4.0	0.80	3.20	0.38
		Minimierung der Nachträge	20.00 %	8.00 %	2.0	0.40	0.80	0.06	4.0	0.60	2.40	0.19	5.0	0.80	4.00	0.32
			Σ = 100 %													
Kosten- und Terminsicherheit	30.00 %	Baugrund	35.00 %	10.50 %	2.0	0.60	1.20	0.13	3.0	0.60	1.80	0.19	4.0	0.80	3.20	0.34
		Koordination	45.00 %	13.50 %	2.5	0.40	1.00	0.14	4.0	0.80	3.20	0.43	5.0	1.00	5.00	0.68
		Höhere Gewalt / Witterung	20.00 %	6.00 %	3.0	0.40	1.20	0.07	4.0	0.80	3.20	0.19	4.0	0.80	3.20	0.19
			Σ = 100 %													
Qualitätsanforderungen	30.00 %	Qualität der Gestaltung	30.00 %	9.00 %	5.0	0.90	4.50	0.41	5.0	0.80	4.00	0.36	4.0	0.70	2.80	0.25
		Qualität der Gewerkeausführung	25.00 %	7.50 %	4.0	0.80	3.20	0.24	4.0	0.80	3.20	0.24	4.0	0.80	3.20	0.24
		Funktionalität	35.00 %	10.50 %	4.0	0.90	3.60	0.38	4.0	0.90	3.60	0.38	5.0	0.80	4.00	0.42
		Flexibilität	10.00 %	3.00 %	5.0	0.90	4.50	0.14	3.0	0.80	2.40	0.07	3.0	0.70	2.10	0.06
			Σ = 100 %	Σ = 100 %				**2.05**				**2.74**				**3.67**

ZG = projektunabhängiger Zielerreichungsgrad der Projektabwicklungsform
ZW = projektspezifischer Zielerreichungswert
WZ = projektspezifischer Zielerwartungswert
GWZ = projektspezifischer, gewichteter Zielerwartungswert der einzelnen Unterziele

Je höher die Summe aller GWZ für eine Projektabwicklungsform ist, desto besser erfüllt sie die Anforderungen (Zielkriterien) des Bauherrn.

ELT = Projektabwicklung mit Einzelleistungsträgern
GU = Projektabwicklung mit Generalunternehmer
TU = Projektabwicklung mit Totalunternehmer

Der Nutzwert – hier treffender als „summarisch gewichteter Zielerwartungswert“ bezeichnet – hängt vom projektunabhängigen Zielerreichungsgrad und dem projektspezifischen Zielerreichungswert der Unterziele einer Projektabwicklungsform sowie von der Gewichtung der Unterziele ab. Man erkennt daran deutlich, dass die TU-Projektabwicklungsform in dieser projektspezifischen Untersuchung einen hohen Nutzwert aufweist und die ELT-Projektabwicklungsform nur einen mittleren Nutzwert. Die GU-Projektabwicklungsform liegt hier im Übergangsbereich zwischen einem mittleren und hohen Nutzwert.

Es muss in diesem Zusammenhang darauf hingewiesen werden, dass dieses Ergebnis keinen allgemeinen Trend und auch keine generelle Favorisierung einer Projektabwicklungsform implizieren soll. Vielmehr basiert das Resultat auf individuellen und projektspezifischen Überlegungen, die bei anderen Bauprojekten zu ganz unterschiedlichen Resultaten führen können. Es geht dem Autor um die Demonstration des methodischen Vorgehens, um mit Hilfe einer risikoorientierten Nutzwertanalyse eine Entscheidungsgrundlage zur Auswahl der für den Bauherrn am besten geeigneten Projektabwicklungsform zu liefern.

Die so durchgeführte Nutzwertanalyse berücksichtigt für jede Projektabwicklungsform lediglich ein mögliches Szenario für die Ermittlung des Zielerwartungswerts und vernachlässigt damit die Streubreite der Nutzwerte um den Zielerwartungswert. Mit Hilfe der Monte-Carlo-Simulation kann nun die Bandbreite der möglichen Nutzwerte über die Simulation der projektspezifischen Zielerreichungswerte einer Projektabwicklungsform dargestellt werden. Jeder Simulationsdurchlauf ergibt ein mögliches Szenario. Bei 10'000 Durchläufen erhält man 10'000 Szenarien, deren Wahrscheinlichkeitsverteilung in einer Dichtefunktion darstellbar ist.

Für die Monte-Carlo-Simulation wird zusätzlich für jedes Zielkriterium die Schätzung des minimalen und des maximalen projektunabhängigen Zielerreichungsgrads ZG oder des projektspezifischen Zielerreichungswerts ZW benötigt. Im vorgestellten Beispiel wurde der projektspezifische Zielerreichungsgrad $ZG^{i}_{j,k}$ für den minimalen Wert jeweils um den Wert 1 verringert, für den maximalen um 1 erhöht. Alle drei Werte wurden als gleich wahrscheinlich angenommen (bei drei Werten jeweils 33.33 %). Die Abbildung in der Monte-Carlo-Simulation erfolgt über eine diskrete Verteilung. Für das Zielkriterium „Planungszeit“ der Projektabwicklungsform mit ELT ist die diskrete Verteilung der Werte für den Zielerreichungsgrad in Abb. 4.6 dargestellt. Der minimale Skalenwert beträgt 1, der wahrscheinliche Skalenwert 2 und der maximale Skalenwert 3.

Statt einer $^1/_3$-Verteilung des Zielerreichungsgrads auf den Erwartungswert (Mittelwert) sowie einen unteren und oberen Grenzwert könnte man auch den Erwartungswert beispielsweise mit 50 % gewichten und die unteren und oberen Grenzwerte mit jeweils 25 %.

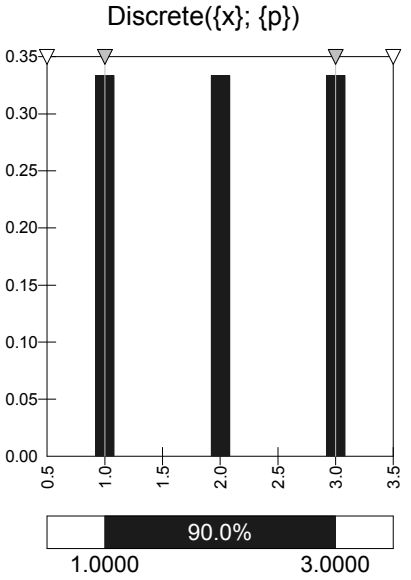


Abb. 4.6: Diskrete Verteilung des Zielerreichungsgrads $ZG^1_{1,ELT}$ des Unterziels „Planungszeit“

Für jeden Iterationslauf bestimmt das Simulationsprogramm über eine Zufallszahl einen Wert für den Zielerreichungswert bzw. Zielerreichungsgrad. Für jeden Simulationslauf wird die Bewertungsmatrix in Tabelle 1 neu berechnet. Die Auswertung von 10'000 Iterationsdurchläufen ist der Nutzwert (NW) für jede Projektabwicklungsform, als Dichtefunktion in Abb. 4.7 dargestellt. Bei der Monte-Carlo-Simulation wird die NW-Funktion als projektspezifische, gewichtete Zielwertfunktion bzw. Nutzwertfunktion bezeichnet. Der NW_{EW}-Wert mit einer Eintretenswahrscheinlichkeit von P(W) = 50 % wird dabei wie bei der Praktikermethode als projektspezifischer Nutzwert bezeichnet und ergibt sich aus der Summe der projektspezifisch gewichteten Zielerwartungswerte. In Richtung der y-Achse (Abb. 4.7) ist die relative Häufigkeit der aufsummierten projektspezifischen, gewichteten Zielwerte der Nutzwertanalyse (Nutzwerte NW) aufgetragen. Der Graph der Dichtefunktion ist normiert, so dass das Flächenintegral von Minimum zu Maximum des jeweiligen Graphen den

Wert 1 ergibt. Die Mittelwerte des Nutzwerts in der Dichtefunktion aufgrund der Wahrscheinlichkeitsuntersuchung mittels Monte-Carlo-Simulation (Abb. 4.7) weichen minimal von der Praktikermethode (Tabelle 1) ab.

Für die verschiedenen Projektabwicklungsformen ergeben sich folgende Resultate für die Nutzwerte (NW) aus der Monte-Carlo-Simulation:

Abwicklung mit Einzelleistungsträgern (ELT):

$NW_{5\%,ELT}$ = 1.29

$NW_{EW,ELT}$ = 1.97

$NW_{95\%,ELT}$ = 2.65

Abwicklung mit einem Generalunternehmer (GU):

$NW_{5\%,GU}$ = 1.74

$NW_{EW,GU}$ = 2.63

$NW_{95\%,GU}$ = 3.47

Abwicklung mit einem Totalunternehmer (TU):

$NW_{5\%,TU}$ = 2.61

$NW_{EW,TU}$ = 3.46

$NW_{95\%,TU}$ = 4.22

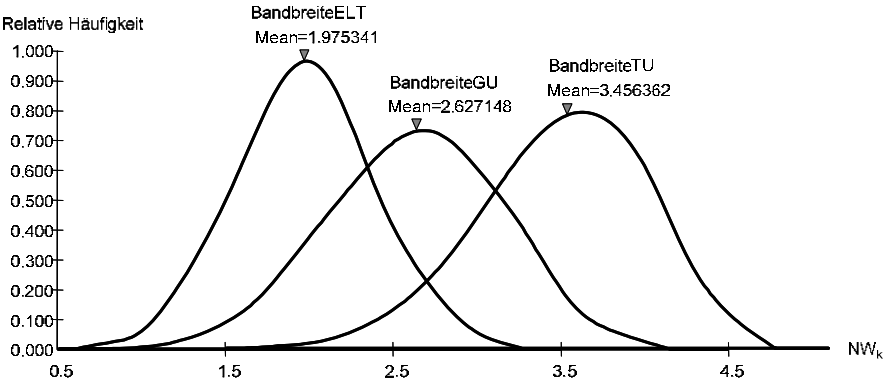


Abb. 4.7: Dichtefunktionen der Nutzwerte der verschiedenen Projektabwicklungsformen

Auch bei der Durchführung der Monte-Carlo-Simulation ist die Projektabwicklung mit Totalunternehmer aufgrund der gewählten Zielkriterien und der gewählten Gewichtungen für den Bauherrn am vorteilhaftesten, gefolgt von den Abwicklungsformen mit Generalunternehmer und Einzelleistungsträgern. Die Dichtefunktionen zeigen die Stabilität und Robustheit der TU-Projektabwicklungsform gegenüber der ELT-Projektabwicklungsform, da sich die Dichtefunktionen des TU erst bei der 5 %-Fraktile mit der 95 %-Fraktile des ELT schneiden.

Jedoch muss auch hier wieder darauf hingewiesen werden, dass es sich um eine projektspezifische Analyse mit subjektiven Zielkriterien und Gewichtungen handelt und dass keineswegs eine allgemeine Tendenz zugunsten einer bestimmten Projektabwicklungsform festgestellt werden soll.

4.2 LC-Kostentreiber von Gebäuden

4.2.1 Konzeption des Nachweises

Das Ziel eines systemgeschäftlichen LC-Leistungsangebots ist es, die Lebenszykluskosten eines Gebäudes zu optimieren bzw. zu minimieren. Entsprechend dem Pareto-Prinzip sollen im Folgenden die Kostentreiber ermittelt werden, die massgeblichen Einfluss auf die Lebenszykluskosten eines Gebäudes haben.

Um die relevanten Kostentreiber zur Begründung der LC-Leistungsangebote bzw. zur Gestaltung der systemgeschäftlichen LC-Leistungsbündel zu begründen, muss die Analyse der Kostenstrukturen wie folgt gegliedert werden (Abb. 4.8):

- Analyse der Kosten nach Gebäudetypen und Nutzungsarten in Bezug auf die LC-Kosten über n Lebenszyklusjahre unter Berücksichtigung der Herstellkosten sowie der Betriebs- und Unterhaltskosten
- Analyse der Kostengruppen (Kapitalkosten oder Investitionskosten / Objektmanagementkosten / Betriebs- und Instandhaltungskosten / Instandsetzungskosten / Rückbau bzw. Entsorgungskosten) z. B. für Bürogebäude
- Analyse der detaillierten Kostengruppe Betrieb und Instandhaltung

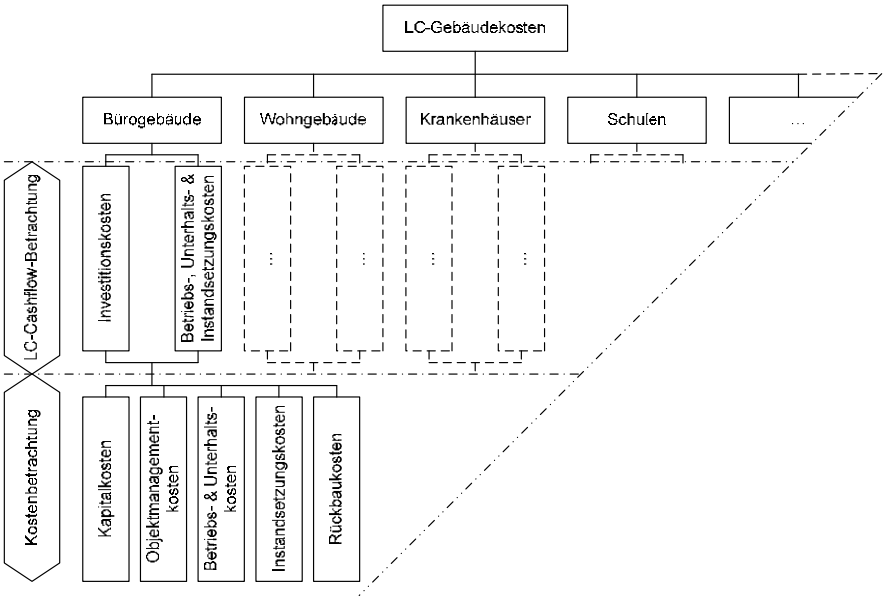


Abb. 4.8: Kostenstrukturanalyse von Gebäudearten

Systemgeschäftliche LC-Leistungsangebote mit Leistungs- und / oder Kostengarantien sollten an den identifizierten Kostentreibern ansetzen. Das Ziel der Leistungs- und Kostengarantien muss es sein, dem Kunden die LC-Leistungs- und -kostensicherheit für die jeweilige bauliche Anlage zu gewährleisten und ihn somit von Risiken zu befreien, die in der Sphäre des LC-Leistungsanbieters liegen. Zudem motivieren Leistungs- und Kostengarantien die Leistungsanbieter bzw. die Anbieterkooperation, die entsprechenden Module und Teilsysteme ganzheitlich lebenszyklusorientiert zu optimieren.

Zur Identifikation der LC-Kostentreiber wird die folgende Vorgehensweise gewählt:

- kurze Darstellung der Kostenstrukturpläne in den verschiedenen nationalen Normen
- Vorstellung des Annuitätenmodells, mittels dem aus den LC-Prozessausgaben die jährlichen Gesamtannuitäten ermittelt werden können
- Erläuterung der Abhängigkeit der LC-Ausgaben von der Gebäudenutzung

- Exemplarische Darstellung der jährlichen Gesamtannuitäten in den Hauptkostengruppen für Bürogebäude
- Analyse der durchschnittlichen (jährlichen) Betriebskosten sowie der zugehörigen Unterkostengruppen von Bürogebäuden

4.2.2 Cashflow / Kostenstrukturplan zur Erfassung der Lebenszyklusausgaben bzw. -kosten

Im Rechnungswesen muss man sich entscheiden, ob man eine Untersuchung im finanziellen oder betrieblichen Rechnungswesen durchführt.

Bewegungsgrösse		Bestandsgrösse	Ebene im Rechungswesen	
			Buchhaltung	Analysemethode
Auszahlungen	Einzahlungen	Liquide Mittel	Finanzbuchhaltung	Cashflow und Net-Present-Value (NPV)
Ausgaben	Einnahmen	Geldvermögen		
Aufwand	Ertrag	Gesamtvermögen		Bilanz/Erfolgsrechnung
Kosten	Erlös	Betriebliches Vermögen	Betriebsbuchhaltung	Kosten-Leistung & Kostenbarwert-methode (K-BW)

Abb. 4.9: Rechnungswesen-Struktur zur Cashflow- bzw. Kosten-Erlös-Betrachtung

Im Rahmen des finanziellen Rechnungswesens spricht man von Cashflow, wenn man Einnahmen und Ausgaben unter Berücksichtigung des zeitlichen Anfalls betrachtet.

Im Rahmen des betrieblichen Rechnungswesens spricht man von Kosten als Wertverzehr. Daher werden Investitionen nicht hinsichtlich der betragsmässigen Ausgaben in ihrem zeitlichen Anfall berücksichtigt, sondern durch die Abschreibungen, die den Wertverzehr z. B. einer Immobilie beschreiben, und die Zinsen (die natürlich bis zum Ende der Abschreibung zu berücksichtigen sind). Die laufenden Ausgaben stellen Kosten dar, da die Ausgaben und der Wertverzehr zum gleichen Stichtag erfolgen (z. B. für Verwaltung, Betrieb, Instandhaltung).

Dazu hat man zwei Möglichkeiten:

- Cashflow-Betrachtung auf der Geldvermögensebene unter Berücksichtigung der realen zeitabhängigen Zahlungsströme
- Kosten-Erlös-Betrachtung als Darstellung des Wertzuwachs bzw. Wertverzehrs auf der betrieblichen Vermögensebene

Die Lebenszyklusausgaben setzen sich aus den Ausgaben zusammen, die in den einzelnen Lebenszyklusphasen eines Gebäudes anfallen. Hierzu gehören

- die Bauausgaben für die Vorbereitung, Planung und Ausführung von Bauprojekten [85],
- die Nutzungsausgaben von Gebäuden vom Beginn ihrer Nutzbarkeit bis zu ihrer Beseitigung [86] sowie
- die Ausgaben für Modernisierung, Umbau, Erweiterung und Beseitigung von Gebäuden.

Im Bauwesen wird meist der Begriff Kosten verwendet. Teilweise werden die Begriffe Kosten und Ausgaben aus Unkenntnis über die begriffliche Abgrenzung sogar synonym verwendet. Dies zeugt jedoch vor allem von einem mangelnden Verständnis des Rechnungswesens.

Im Folgenden soll der Begriff Kosten wie in der Bauwirtschaft üblich verwendet werden. Dabei ist zu beachten, dass Ausgaben und Kosten im Betrag identisch sind, wenn der Cashflow und Wertverzehr zum gleichen Zeitpunkt stattfinden. Allerdings ist insbesondere bei Investitionen der Zeitpunkt der Ausgaben nicht identisch mit dem Wertverzehr. Bei diesen Investitionen zeigt die Cashflow-Betrachtung den gesamten Betrag zum Zeitpunkt des Anfalls, während die Kosten-Betrachtung den Wertverzehr in Form der Abschreibung über die Abschreibungsperiode darstellt.

Baukostengliederung

Die Vorbereitung, Planung und Ausführung von Bauprojekten (Erstellung) sowie die Modernisierung, der Umbau, die Erweiterung und ggfs. die Beseitigung von Gebäuden werden im Rahmen sogenannter Bauprojekte abgewickelt.

Die Kosten solcher Bauprojekte werden in Anlehnung an die folgenden Normen ermittelt und strukturiert:

Schweiz:

- SN 506 500 – Baukostenplan BKP [87]
  Der Baukostenplan gliedert die bei der Planung und Erstellung einer baulichen Anlage anfallenden Kosten. Die Gliederung erfolgt weitgehend unterteilt nach Leistungsbereichen bzw. Gewerken.
- SN 506 502 – Elementkostengliederung EKG [88]
  Der Baukostenplan gliedert die bei der Planung und Erstellung einer baulichen Anlage anfallenden Kosten. Die Gliederung erfolgt weitgehend unterteilt nach funktionalen Elementen einer baulichen Anlage.

Deutschland:

- DIN 276-1 – Kosten im Bauwesen – Teil 1: Hochbau [85]
  Die DIN 276-1 dient der Ermittlung und Gliederung von Kosten zur Kostenplanung im Hochbau. Die DIN 276-1 erlaubt sowohl die Gliederung nach der Elementmethode als auch die Gliederung nach Leistungsbereichen / Gewerken [85]

Nutzungskostengliederung
Nutzungskosten sind die in baulichen Anlagen anfallende „regelmässig oder unregelmässig wiederkehrende Kosten von Beginn ihrer Nutzbarkeit bis zu ihrer Beseitigung (Nutzungsdauer)“ [86]. Die Untergliederung der Nutzungskosten von Gebäuden erfolgt üblicherweise in Anlehnung an bekannte und bewährte Gliederungsstrukturen. Beispiele für solche Gliederungsstrukturen sind:

Schweiz:

- SN 506 501 – Liegenschaftenkontenplan (LKP) [89]
  Der Liegenschaftenkontenplan dient der Bilanzierung von Liegenschaften und gliedert nach Passiva und Aktiva sowie nach Aufwands- und Ertragsarten als Grundlage der Finanzbuchhaltung.
- SIA D 0165 – Kennzahlen im Immobilienmanagement [50]
  Die Dokumentation SIA D 0165 definiert und erläutert Flächen-, Volumen und Kostenkennzahlen bzw. die entsprechenden Parameter, die in der Nutzungsphase relevant sind. Für die Kostengliederung in der Nutzungsphase lehnt sich die SIA D 0165 ausdrücklich an die DIN 18960 [50] an.

Deutschland / Schweiz

- DIN 18960 – Nutzungskosten im Hochbau [86]
  Die DIN 18960 dient insbesondere der Gliederung von Nutzungskosten im Hochbau.
- GEFMA 200 – Kosten im Facility Management [49]
  Die GEFMA-Richtlinie 200 liefert eine lebenszyklusübergreifende Kostengliederungsstruktur für das Facility Management. Für die Kosten im Hochbau (Erstellungsphase) bezieht sie sich auf die DIN 276 „Kosten im Hochbau“. Zur Gliederung der Nutzungskosten wird die DIN 18960 einbezogen. Die GEFMA-Richtlinie 200 steht seit Juli 2004 als Entwurf zur Diskussion für potentielle Interessensgruppen.

Europa

- CEEC Code of Measurement for Cost Planning [90]
  Der CEEC Code of Measurement for Cost Planning dient der Kostengliederung auf europäischer Ebene. Er dient der Gliederung der Baukosten auf einer den nationalen Kostengliederungsnormen übergeordneten Ebene. Der CEEC Code of Measurement for Cost Planning ordnet die nationalen Kostengliederungsnormen den entsprechenden europäischen Kostengruppen zu.

Abb. 4.10 fasst die Strukturierung der Lebenszykluskosten nach den gängigen Normen zusammen und gibt einen Überblick über die verwendeten Begriffe.

Die Darstellung der Gliederungsstrukturen für die Nutzungsphase zeigt, dass die DIN 18960 Gliederungsgrundlage für alle wichtigen Kostengliederungen im deutschsprachigen Raum ist. Sowohl in der Schweiz als auch in Deutschland hat sich die DIN 18960 als Standard für die Kostengliederung in der Nutzungsphase etabliert. Aufgrund dieses Verbreitungsgrades ist die DIN 18960 deshalb gut geeignet als Gliederungsgrundlage für das Gestaltungskonzept für ein systemgeschäftliches LC-Leistungsangebot zu dienen.

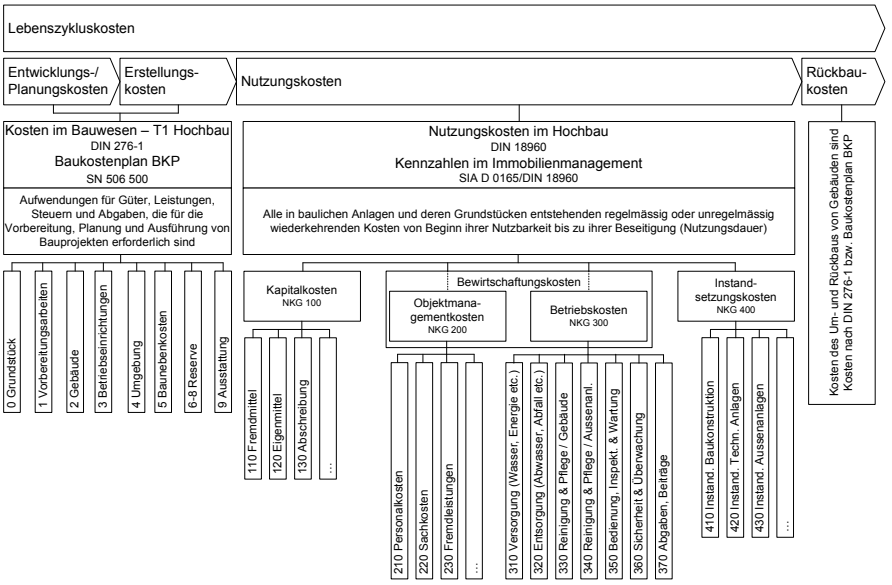


Abb. 4.10: Begriffe und Struktur von Lebenszykluskosten im Hochbau

4.2.3 Annuitätenmodell

Das Annuitätenmodell soll aufzeigen, wie man aus dem LC-Cashflow die jährlichen Annuitätskosten eines Gebäudes ermittelt. Diese Annuitätskosten werden hier konstant über den Lebenszyklus angenommen. Sie können allerdings bei Veränderungen der Kostensteigerungsquote angepasst werden.

Die ermittelten Annuitätskosten sollen akkumuliert über den betrachteten Lebenszyklus t_{LC} alle Prozessausgaben (Investitions- und Nutzungsausgaben) decken, die sich über diesen Lebenszyklus ansammeln, einschliesslich der Verzinsung des eingesetzten Kapitals für die Investitionen für den Bau sowie für die Instandsetzungen.

In Abb. 4.11 sind die Prozessausgaben eines Gebäudes dargestellt.

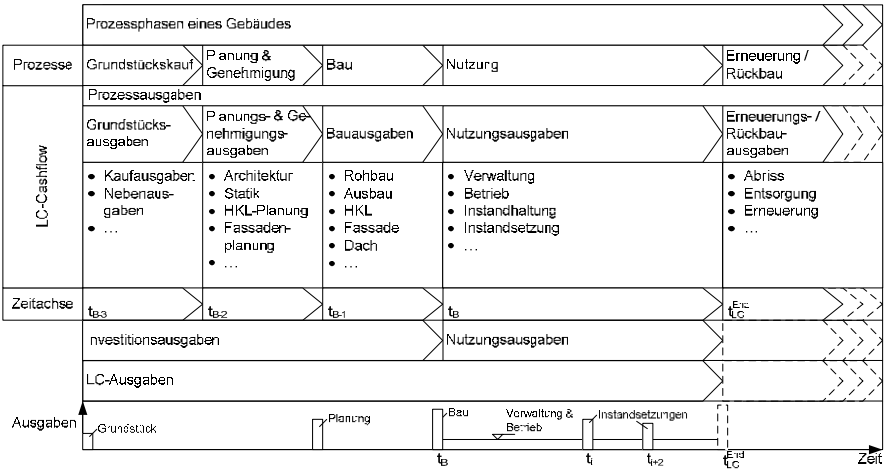


Abb. 4.11: Prozessausgaben eines Gebäudes

Darauf aufbauend werden die jährlichen Annuitäten ermittelt. Die Annuitäten können unterteilt werden in:

- Investitionsannuitäten
- laufende Kostenannuitäten

Investitionsannuitäten
Die jährlichen Investitionsannuitäten (Amortisation + Zinsen) müssen für den angegebenen Zeitraum (Betrachtungszeitraum) das gleiche Kapital ergeben wie die verzinsten, aperiodischen Investitionsausgaben:

- Planungs- und Bauausgaben
- Instandsetzungsausgaben

vom Zeitpunkt t_i der Ausgabe bis zum Ende des Betrachtungszeitraum t_{LC}. Dabei können zwei Varianten gewählt werden:

- Variante 1 – Das Gebäude wird nach 50 Jahren nicht weiter genutzt und abgerissen
- Variante 2 – Das Gebäude wird nach 50 Jahren weiter genutzt und erneuert

Im ersten Fall müssen alle Instandsetzungen innerhalb der Restlebenszeit $\Delta t = t_{50} - t_i$ abgeschrieben und verzinst werden oder es muss der Restwert berücksichtigt werden.

Im zweiten Fall können die Annuitäten für die Instandsetzungsausgaben über die durchschnittliche Nutzungszeit z. B. bei HKL weitere 26 Jahre, also bis zum Jahr 52, der Lift weitere 30 Jahre bis zum Jahr 60 abgeschrieben werden und nicht auf die Restnutzungszeit des Gebäudes mit dem Abriss nach 50 Jahren.

Die verzinsten Investitionsannuitäten müssen akkumuliert bis zum Ende des LC-Zyklus (meist auch als Abschreibungszeitraum definiert) das gleiche Endkapital ergeben wie die verzinsten Investitionskosten bezogen bzw. akkumuliert auf diesen Endzeitpunkt.

Laufende Kostenannuitäten:
Die laufenden Kostenannuitäten für Verwaltung, Betrieb und Instandhaltung fallen mit den Ausgaben zusammen. Daher fallen auch keine kalkulatorischen Zinsen an.

Die Abbildungen Abb. 4.12, Abb. 4.13, Abb. 4.14 und Abb. 4.15 geben einen Überblick über dieses Konzept zur Berechnung der Annuitäten.

Berechnung der Investitionsannuitäten:
Die Investitionsannuität setzt sich aus der Amortisation und den Zinsen für das jeweilige Restkapital zusammen. Abb. 4.12 zeigt, wie sich die Verteilung von Rückzahlung (Amortisation) und Zinsen über die Laufzeit verändert.

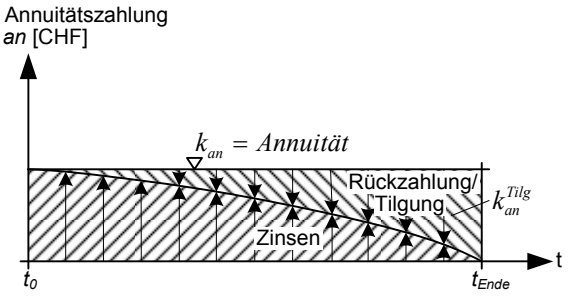


Abb. 4.12: Annuität – Rückzahlungs- und Zinszahlungsentwicklung

In Abb. 4.13 kann man die Entwicklung der Kapitalkosten über die Rückzahlungszeit einer Investition verfolgen. Einerseits kann man unter Berücksichtigung der Zinszahlungen aus Abb. 4.12 die gesamten Kapitalkosten am Ende der Rückzahlungszeit ablesen.

Andererseits wird deutlich, wie die Restschuld unter Beachtung der jährlichen Tilgung aus Abb. 4.12 abnimmt. Die Annuitätskosten ergeben dann, summiert über die Rückzahlungszeit, wiederum die Gesamtkapitalkosten.

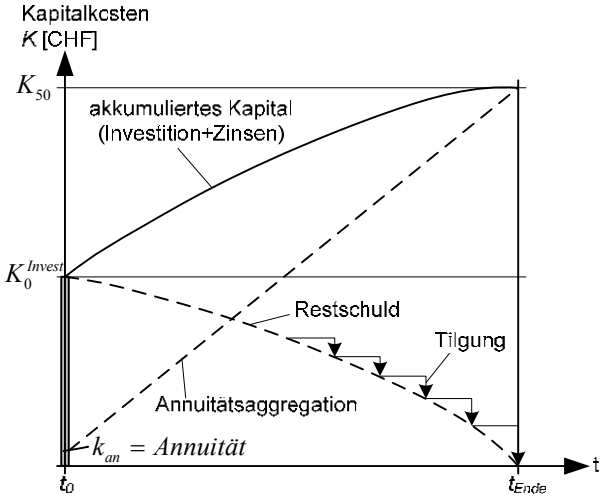


Abb. 4.13: Entwicklung der Kapitalkosten

Abb. 4.14 zeigt exemplarisch die Berechnung der Investitionsannuitäten über 50 Jahre für Investitions- und Instandsetzungsausgaben sowie die anfallenden Zinsen. Die Investitionsausgaben werden zeitbezogen durch jährliche Zahlungen amortisiert.

Dadurch werden die aperiodischen Ausgaben zu periodischen Kosten / Annuitäten bestehend aus Amortisation und Zinsen.

Die jährlichen Annuitäten für die aperiodischen Bau- sowie Instandsetzungs- und Erneuerungsinvestitionen ergeben sich zu:

$$k_{an}^{ap} = k_{an}^{Invest} + k_{an}^{Instand}$$

$$k_{an}^{ap} = k_{an}^{Invest} + k_{an}^{HKL} + k_{an}^{Lift} + k_{an}^{Fass.} + k_{an}^{Dach} \ldots$$

$$k_{an}^{ap} = \sum_{i=1}^{n} k_{an}^{i}$$

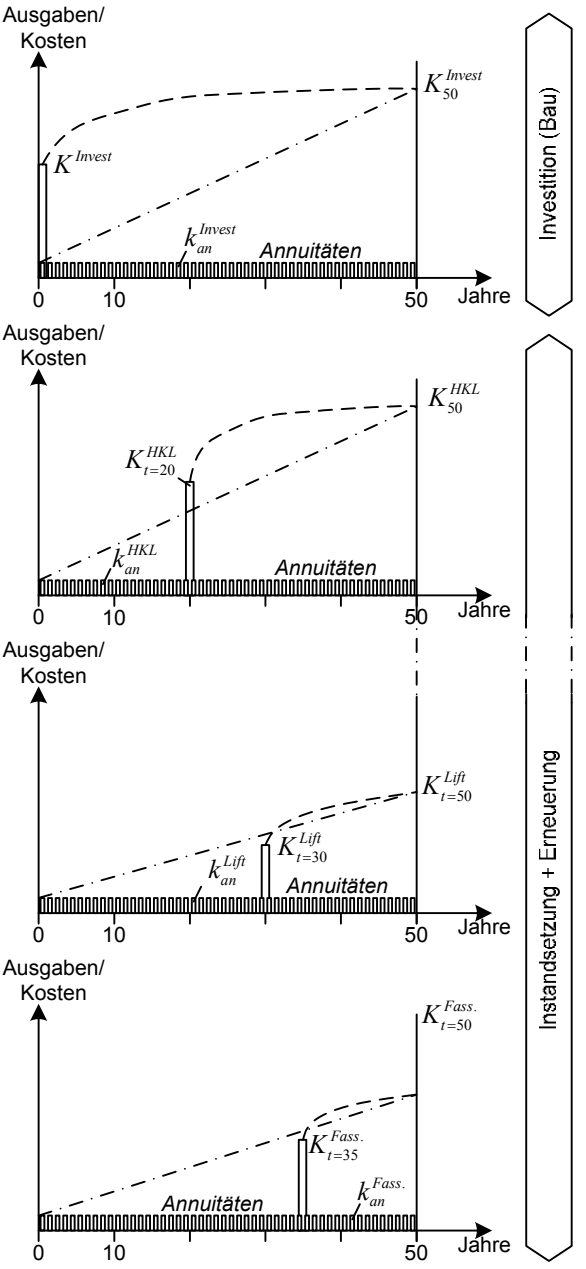


Abb. 4.14: Bestimmung der Investitions- und Erneuerungs- / Instandsetzungsannuitäten

Berechnung der laufenden Kostenannuitäten:

Abb. 4.15 zeigt die Bestimmung der laufenden Kostenannuitäten. Dabei entsprechen die Ausgaben für Verwaltung, Betrieb und Instandhaltung den Kosten bzw. Annuitäten für Verwaltung, Betrieb und Instandhaltung, da sie zeitgleich anfallen.

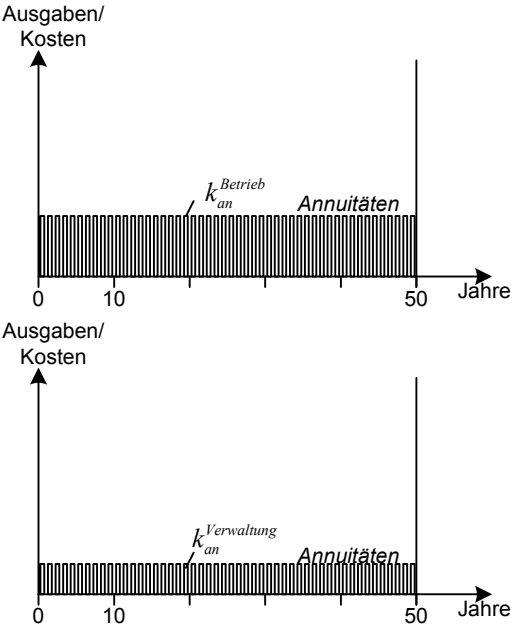


Abb. 4.15: Bestimmung der Betriebs- und Verwaltungsannuitäten

Die jährlichen Gesamtannuitätskosten der Immobilien ergeben sich zu:

$$k_{an} = k_{an}^{Invest} + k_{an}^{Instand} + k_{an}^{Betrieb} + k_{an}^{Verwaltung}$$

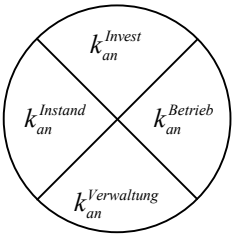


Abb. 4.16: Jährliche Gesamtannuitätskosten

4.2.4 Abhängigkeit der LC-Kosten vom Gebäudetyp und der Nutzungsart

Die Lebenszykluskosten von Gebäuden setzen sich aus der Summe der Kosten zusammen, die in den verschiedenen Lebenszyklusphasen anfallen:

- Projektentwicklungs- und Planungskosten
- Bauwerkerstellungskosten
- Nutzungskosten (Betrieb, Instandhaltung und Instandsetzung, ggfs. Umbau)
- ggfs. Rückbaukosten

Die Höhe der Lebenszykluskosten ist von verschiedenen Faktoren abhängig. Zu diesen Einflussfaktoren gehören insbesondere [91]:

- Standort
- Art der Gebäudenutzung
- Anzahl der Nutzungseinheiten
- Menge der Grundflächen
- Räumliche Konzeption und Tragkonstruktion
- Ausbau
- Standard
- Nutzungsflexibilität

Der Einflussgrad dieser Faktoren auf die Höhe der Lebenszykluskosten ist stark abhängig von den projektspezifischen Randbedingungen einer Baumassnahme. Insbesondere die Art der Gebäudenutzung hat wesentlichen Einfluss auf die Höhe der Lebenszykluskosten. Die Art der Gebäudenutzung lässt sich weiter in die folgenden Objektnutzungstypen unterscheiden:

- Einfamilienhäuser (EFH)
- Mehrfamilienhäuser (MFH)
- Büro-, Verwaltungs- und Handelsgebäude
- Krankenhausgebäude

- Schul- und Bildungsgebäude
- Justiz- und Polizeigebäude
- Hotel- und Gastronomiegebäude
- Produktionsgebäude
- Lagergebäude
- etc.

Aus der jeweiligen Art der Gebäudenutzung bzw. aus dem Objektnutzungstyp ergeben sich weitere Einflussfaktoren für die Lebenszykluskosten von Gebäuden. Dies sind der Installationsgrad des Gebäudes einerseits sowie der Anonymitätsgrad der Gebäudenutzer andererseits. Beide Einflussfaktoren haben insbesondere Einfluss auf die Höhe der in der Nutzungsphase anfallenden Betriebskosten.

Der Installationsgrad [91] eines Gebäudes ist ein Mass für die Höhe des Anteils der technischen Installationen im Gebäude und bestimmt sich aus dem Verhältnis der Kosten der technischen Anlagen zu den Gesamtbauwerkerstellungskosten. Ein hoher Installationsgrad schlägt sich sowohl in hohen Investitions- als auch insbesondere in hohen Nutzungskosten nieder. Beispielsweise haben Krankenhausgebäude unter anderem aufgrund ihres hohen Installationsgrades wesentlich höhere Betriebs- bzw. Nutzungskosten als beispielsweise Bürogebäude mit Standard-Nutzungsinfrastruktur.

Mit Anonymitätsgrad ist im vorliegenden Fall die Anonymität gemeint, mit der sich Nutzer im Gebäude bewegen und ob bzw. wie weit sich Nutzungskosten bestimmten Nutzern zuordnen lassen. Der Anonymitätsgrad der Nutzer eines Gebäudes hat insbesondere Einfluss auf die nutzerabhängigen Verbrauchsgrössen (Energie, Wasser etc.) eines Gebäudes. So sind die Kosten der Ver- und Entsorgung eines Bürogebäudes oder eines Hotels in dem sich die Nutzer weitestgehend anonym im Verbrauch von Ressourcen bewegen, wesentlich höher als in Wohngebäuden (EFH, MFH), in denen die Nutzer per verbrauchsgerechter Abrechnung individuell an den Kosten beteiligt werden.

4.2.5 Datenlage zur Ermittlung der Lebenszykluskosten von Gebäuden

Zur Ermittlung der Wirtschaftlichkeit einer Investition stehen verschiedene Verfahren zur Prognose und vergleichenden Bewertung verschiedener Investitionsalternativen zur Verfügung. Exemplarisch wird an dieser Stelle auf das risikobasierte probabilistische LC-NPV-Modell von GIRMSCHEID zur Bewertung alternativer baulicher Lösungen verwiesen [74]. Im Rahmen der Anwendung dieser Verfahren zur fundierten Ermittlung bzw. Prognose der Lebenszykluskosten werden Erfahrungswerte in Form von Kostenkennwerten benötigt. Dabei sind erfahrungsbasierte Kostenkennwerte für alle Lebenszyklusphasen, das heisst neben den initialen Investitionskosten insbesondere auch die Nutzungskosten von entsprechenden Immobilien notwendig.

Für die initialen Investitionskosten besteht eine breite, allgemein anerkannte Datenbasis, die von entsprechenden Institutionen erhoben und veröffentlicht wird. In der Schweiz werden diese Daten beispielsweise durch die Schweizerische Zentralstelle für Baurationalisierung CRB erhoben und im Bauhandbuch BHB bzw. im Baukostenkennwerte-Katalog BKK [92] veröffentlicht. In Deutschland ermittelt z. B. das Baukosteninformationszentrum Deutscher Architektenkammern (BKI) Kostenkennwerte auf Basis abgerechneter Bauprojekte und veröffentlicht diese in den BKI Baukosten [93]. Darüber hinaus evaluieren Bauleistungsanbieter und Planer sowie die Anbieter entsprechender Dienstleistungen eigene Kostendaten aufgrund bereits abgerechneter Bauprojekte.

Für die in der Nutzungsphase anfallenden Kosten gibt es bisher keine Institution, die Nutzungskostendaten von Gebäuden auf einer breit abgestützten und allgemein anerkannten Datenbasis evaluiert. Ohne entsprechende erfahrungsbasierte Nutzungskostenkennzahlen muss eine Nutzungs- bzw. Lebenszykluskostenberechnung jedoch als bis zu einem gewissen Grad spekulativ angesehen werden.

Als offensichtlichster Grund für das Fehlen erfahrungsbasierter Nutzungskostenkennzahlen lässt sich der bisher vorherrschende Investitionskostenfokus benennen. Aufgrund dieses Investitionskostenfokus haben sich Investoren bisher primär für die initialen Investitionskosten interessiert, weil sie die Betriebskosten auf die Nutzer abwälzen können. Erst mit der Lebenszyklusorientierung der Anspruchsgruppen von Immobilien geraten die Nutzungskosten als wichtige Einflussgrösse der Gesamtlebenszykluskosten in den Fokus der Kostenbetrachtung. Dabei steht sowohl die Lebenszyklusorientierung des Baumarktes insgesamt als auch die breit ab-

gestützte Evaluation von Nutzungskosten von Gebäuden erst am Anfang.

Der FM-Monitor [94], [94] untersucht auf Basis eines Portfolios von etwa 1200 Objekten (in den Nutzungsarten Handel und Verwaltung, Wohnen, Industrie, Fürsorge und Gesundheit, Unterricht, Bildung und Forschung, Justiz und Polizei sowie Land- und Forstwirtschaft) verschiedene Aspekte des Facility Management Marktes in der Schweiz. Darunter finden sich auch Kostenkennzahlen der Verwaltungs- und Betriebskosten von Gebäuden der Nutzungsarten Handel und Verwaltung sowie Unterricht, Bildung und Forschung als Teil der Nutzungskosten nach DIN 18960 [86].

In Deutschland erhebt der Immobiliendienstleister Jones Lang LaSalle aus einem Portfolio von 358 Büroimmobilien die Büronebenkostenanalyse OSCAR (Office Service Charge Analysis Report) [96].

Aus beiden Studien können Rückschlüsse auf die Zusammensetzung der Nutzungskosten von bestimmten Gebäuden (für Handel und Verwaltung sowie Unterricht, Bildung und Forschung einerseits und Büroimmobilien allgemein andererseits) gezogen werden. Allerdings finden sich darin keine Hinweise auf die Lebenszykluskosten insgesamt bzw. auf die zugrunde liegenden Systemstandards der passiven Bauelemente und des HKL-Systems sowie auf die Investitionskosten der untersuchten Objekte.

Darüber hinaus erheben verschiedene Facility-Management-Anbieter die Nutzungskosten ihres Objektportfolios und nutzen diese Daten für Benchmarking und Optimierung im Rahmen des durchgeführten Facility Managements. Weil diese Daten aber einen wichtigen Wettbewerbsvorteil gegenüber Wettbewerbern im Facility-Management-Markt darstellen, werden diese Daten nicht bzw. nur sehr selten und in gezielten Ausschnitten veröffentlicht, was dann eher als Marketingmassnahme des Unternehmens denn als Information interpretiert werden muss.

Die verschiedenen Aspekte der Lebenszykluskosten von Gebäuden bzw. insbesondere das Verhältnis der Nutzungskosten zu den initialen Investitionskosten wurden in der Vergangenheit von verschiedenen Autoren untersucht. Dazu sei angemerkt, dass die verschiedenen im Rahmen einer Literaturrecherche gefundenen Studien sehr unterschiedlichen Rahmenbedingungen unterliegen. Die wichtigsten Abgrenzungsmerkmale dieser Studien sind

- das Alter der Studien,
- der Betrachtungszeitraum der Studien,
- die untersuchten Objekttypen bzw. Nutzungsarten sowie
- die evaluierten Kostenbestandteile.

So beziffern STAUDT ET AL. die Nutzungskosten von Verwaltungsgebäuden auf 75–90 % der Lebenszykluskosten eines Gebäudes bei einer Nutzungsdauer von 40 bis 60 Jahren [97] (Abb. 4.17). Dabei beziehen sie sich auf ein Literaturstudium ohne eigene quantitative Empirie.

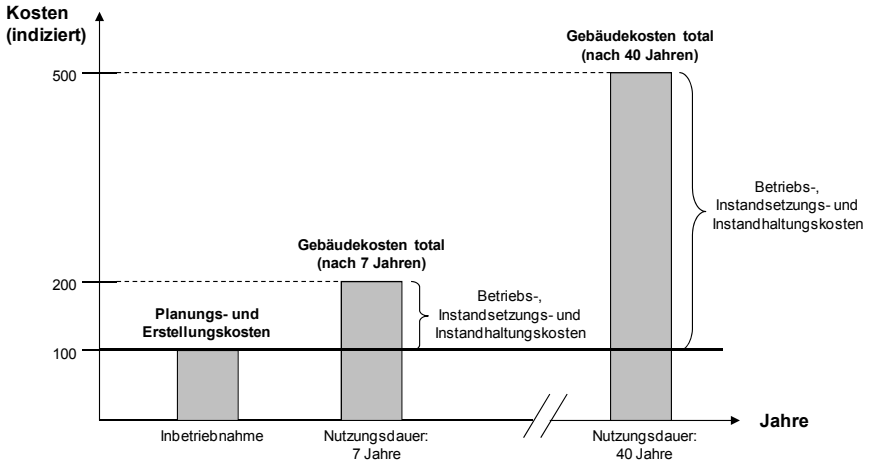


Abb. 4.17: Gebäudelebenszykluskosten [97]

ROTERMUND UND ZAIN stellen für Verwaltungsgebäude fest, dass bereits nach 8 bis 12 Jahren die kumulierten Nutzungskosten die Höhe der Erstellungskosten erreichen und prognostizieren eine weitere Reduzierung dieses Zeitraums auf 6 bis 10 Jahre [98]. Diese Aussage deckt sich weitestgehend mit der von STAUDT ET AL. (s. a. Abb. 4.17), die hierfür eine Periode von 7 Jahren angeben. Allerdings geben ROTERMUND UND ZAIN die Quelle, auf die sie ihre Aussage stützen, nicht preis.

BRASCHEL UND HETZER beziffern die Höhe der Nutzungskosten von Verwaltungsgebäuden nach 7 Jahren mit der Höhe der Investitionskosten und bei einer Nutzungsdauer von 40 Jahren mit dem Fünffachen der initialen Investitionskosten [99]. Dies übertrifft die Zahlen von STAUDT ET AL. Allerdings geben auch sie keine Quelle für ihre Angabe an.

HERZOG beschränkt sich auf die qualitative Aussage, dass die Nutzungskosten die wesentlichen Kosten im Lebenszyklus einer Baukonstruktion seien. Allerdings liegt der Fokus ihrer Betrachtungen auf den in der Nutzungsphase anfallenden Instandhaltungskosten, so sie denn konstruktiv in der Planung und Erstellung beeinflusst werden können [100].

BAHR UND LENNERTS untersuchen in ihrer Arbeit mit dem Instandhaltungsaufwand öffentlicher Hochbauten lediglich einen Teil der in der Nutzungsphase anfallenden Kosten [101], [102]. Sie geben für die an 17 realen Objekten empirisch untersuchten Instandhaltungskosten einen Anteil von 25 bis 30 % der Nutzungskosten an. Dabei setzen sie weder die Instandhaltungs- noch die Nutzungskosten ins Verhältnis zu den Erstellungskosten.

Aufgrund der Beschränkung auf die Instandhaltungskosten öffentlicher Hochbauten fehlt die Möglichkeit des Vergleichs mit den bisher genannten Zahlen.

PELZETER untersucht in ihrer Arbeit [103] den Einfluss der Aspekte Lage, Gestaltung und Umwelt auf die Lebenszykluskosten von Gebäuden und integriert diese Einflussfaktoren in ein Berechnungsverfahren zur Ermittlung von Lebenszykluskosten. Dabei stellt sie fest, dass die absoluten Ergebnisse der LC-Kostenberechnung nur zum Vergleich verschiedener Investitionsalternativen herhalten können, weil eine empirische Datenbasis über die Höhe insbesondere der Nutzungskosten fehle [103]. In einer vergleichenden Analyse zweier Objekte, in der es ihr schlussendlich um den Vergleich verschiedener Berechnungsverfahren geht, stellt PELZETER zumindest qualitativ fest, dass die Nutzungskosten die Erstellungskosten im Laufe des Lebenszyklus übersteigen und die Nutzungskosten von den „Betriebs- und Verwaltungskosten dominiert“ [103] werden. Eine absolute Aussage zum Verhältnis der Nutzungskosten zu den Erstellungskosten von Gebäuden kann ihrer Arbeit deshalb ebenfalls nicht entnommen werden.

PREISIG UND KASSER bestimmen in ihrer Fallstudie die Lebenszykluskosten eines normalen Bürogebäudes in Zürich und kommen zu dem Ergebnis, dass die kumulierten Nutzungskosten nach 36 Jahren rund 75 % der Lebenszykluskosten ausmachen [104]. (Abb. 4.18[1]) Auch diese Aussage deckt sich weitestgehend mit der von STAUDT ET AL. Allerdings ist die Verallgemeinerbarkeit der Aussage auf Basis einer einzigen Fallstudie zumindest mit Vorsicht zu geniessen, da keine Angaben zu den Auswahlkriterien gemacht werden und damit die Repräsentativität der Fallstudie nicht eindeutig feststeht. In der zugänglichen Dokumentation zur Studie werden keine Angaben zu den Kriterien gemacht, die zur Auswahl des spezifischen Fallbeispiels geführt haben.

[1] Abb. 4.18 zeigt die Lebenszykluskosten eines Bürogebäudes in Zürich als Summe der Baukosten und der kumulierten Nutzungskosten ohne Zinsen (Ausgaben).

In der SIA-Empfehlung 112/1 [105]findet sich der Hinweis darauf, dass die Nutzungskosten im Lebenszyklus eines Gebäudes ein Vielfaches der Erstellungskosten erreichen können. Durch den normativen Charakter der SIA-Empfehlung wird diese qualitative Aussage zum Stand der Technik erhoben, ohne Angaben zur Grundlage dieser Aussage machen zu müssen.

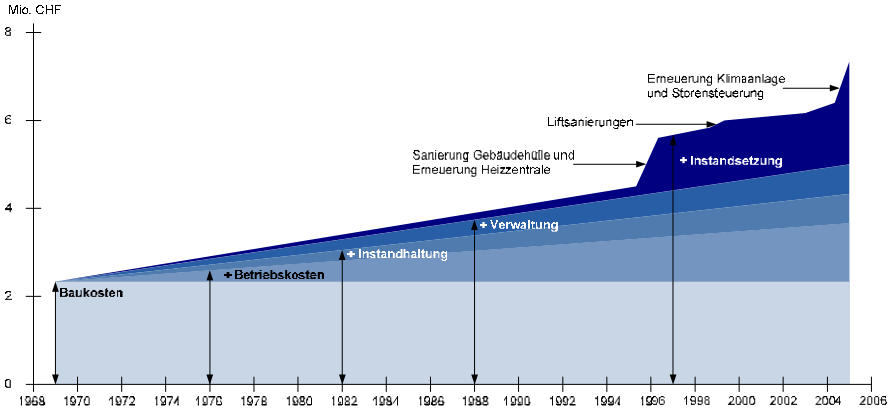


Abb. 4.18: Cash-out-Betrachtung: Die Lebenszykluskosten eines normalen Bürogebäudes in Zürich als Summe der Baukosten und der kumulierten Nutzungskosten (ohne Zinsen) [104].

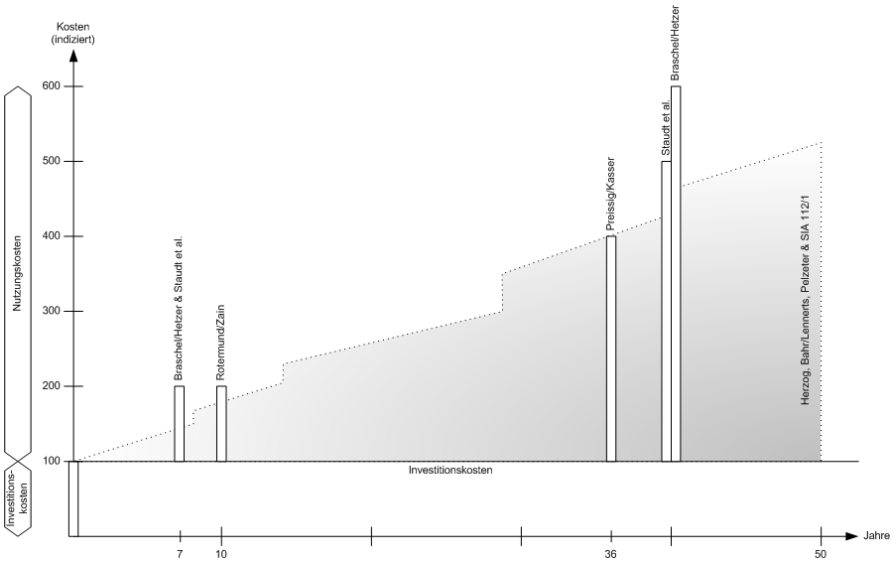


Abb. 4.19: Qualitativer Verlauf der Lebenszykluskosten für Büro- und Verwaltungsgebäude im Vergleich der angegebenen Quellen.

Resümee
Abb. 4.19 ordnet die Aussagen der analysierten Quellen im zeitlichen Verlauf des Lebenszyklus von Gebäuden.
Insgesamt muss festgestellt werden, dass einerseits das Untersuchungsobjekt der analysierten Studien und andererseits der Grad der wissenschaftlichen Güte der analysierten Studien zu unterschiedlich ist. Eine quantitative Aussage hinsichtlich des Verhältnisses von Investitionskosten zu Nutzungskosten im Lebenszyklus eines Gebäudes ist deshalb aus wissenschaftlich fundierter Sicht nicht möglich. Stattdessen erscheint nur eine qualitative Aussage möglich:

> Die Nutzungskosten machen, verglichen mit den initialen Investitionskosten, einen wesentlichen Anteil der Lebenszykluskosten eines Gebäudes aus.

Diese qualitative Aussage kann für den Zweck der vorliegenden Arbeit aus ausreichend angesehen werden und soll das Motiv zur Entwicklung eines Gestaltungskonzeptes für ein Lebenszyklusleistungsangebot im Hochbau stützen. Die Arbeit folgt damit der SIA-Empfehlung 112/1 [105], die mit ihrem normativen Charakter als Stand der Technik angenommen werden darf.

Bereits bei GIRMSCHEID UND LUNZE wurde im hohen Anteil der Nutzungskosten an den Lebenszykluskosten der notwendige Paradigmawechsel hin zur Lebenszyklusbetrachtung von Gebäuden begründet [106].

4.2.6 Nutzungskosten von Bürogebäuden

Die DIN 18960 gliedert die in der Nutzungsphase anfallenden Kosten in vier Nutzungskostengruppen (NKG):

- Kapitalkosten (NKG 100)
- Objektmanagementkosten (NKG 200)
- Betriebskosten (NKG 300)
- Instandsetzungskosten (NKG 400)

Auf der Basis des in Kapitel 4.3 vorgestellten Annuitätenmodells werden exemplarisch mit den Daten der beiden Studien

- Fallbeispiel Bürogebäude Zürich [104]
- OSCAR 2008 [96]

die Annuitätskosten von Büroimmobilien ermittelt.

Als Betrachtungsperiode werden für beide Immobilien 36 Jahre festgelegt.

Alle Ausgaben und die Zinsen für die Investitionen, akkumuliert auf den Endzeitpunkt, müssen identisch sein mit den akkumulierten Annuitäten bezogen auf den Endzeitpunkt.

Zur Berechnung der Annuitäten muss man grundsätzlich folgende zwei Modelle und deren Unterschied beachten:

- Annuitätsmodell 1 – konstante Annuitätszahlungen pro Jahr (Abb. 4.20), aber progressive Tilgung
- Annuitätsmodell 2 – veränderliche Annuitätszahlungen, aber konstante Tilgungen (Abb. 4.21)

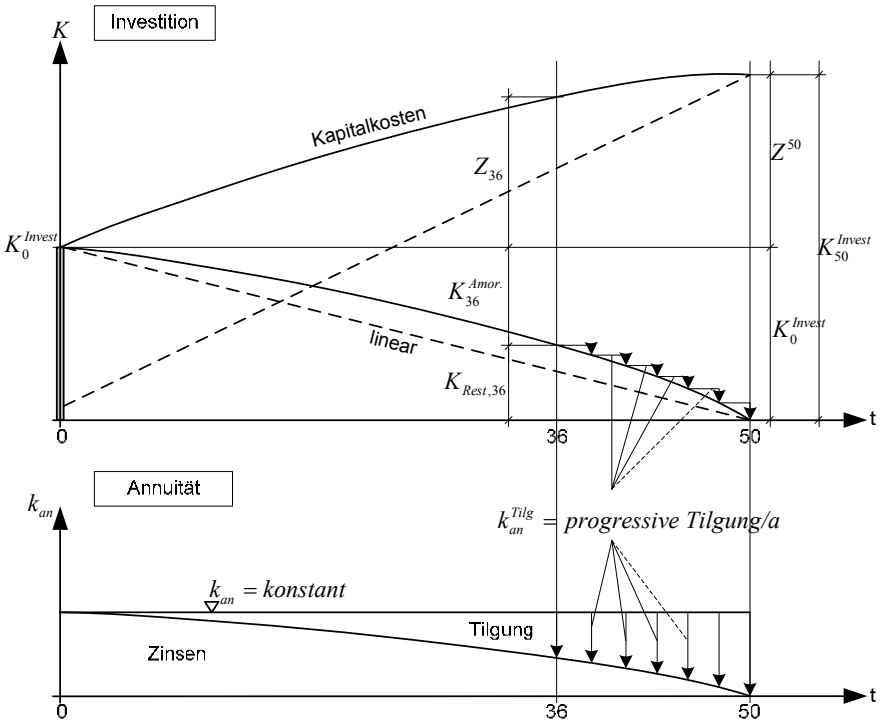


Abb. 4.20: Annuitätenmodell 1 – konstante Annuitäten

Üblicherweise wird das Annuitätsmodell 1 angewendet. Dies hat zur Folge, dass die Abschreibung progressiv angesetzt wird bzw. sich mathematisch ergibt. Der Zinsanteil der Annuität ist am Beginn der Rückzahlungsperiode sehr gross und nimmt dann mit geringer werdender Restschuld sukzessive ab (Abb. 4.20).

Bei der veränderlichen Annuität wird eine konstante jährliche Tilgung vorgenommen, die mit einer linearen Abschreibung zu vergleichen ist.

Da die Restschuld gleichmässig abnimmt, nimmt auch der Zinsanteil innerhalb der Annuität linear ab (Abb. 4.21).

Für eine grobe Annäherung der veränderlichen Annuitätszinsen wird ein mittlerer jährlicher Zins, z. B. bei der Berechnung der Zinskosten bei der linearen Abschreibung von Baugeräten angesetzt (Abb. 4.22 und Abb. 4.23).

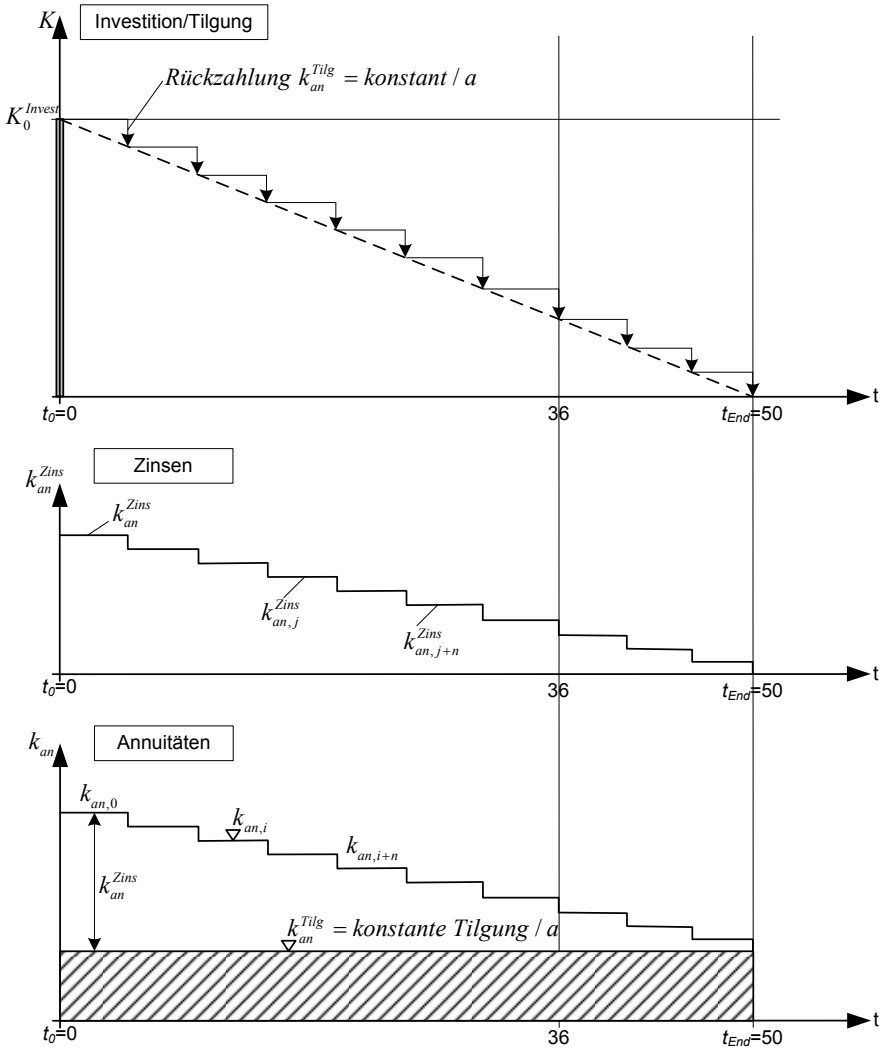


Abb. 4.21: Annuitätenmodell 2 – veränderliche Annuitäten bei konstanter Tilgung

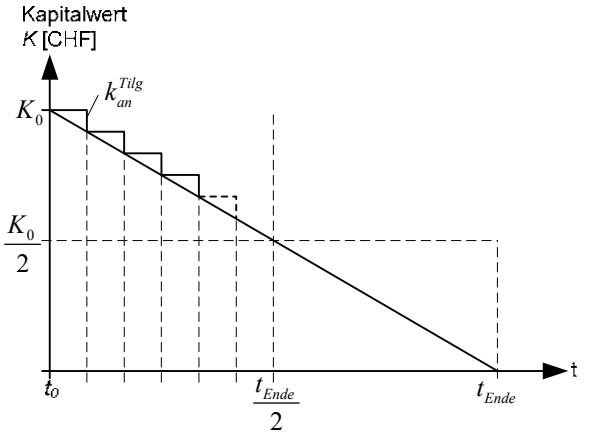


Abb. 4.22: Konstante Tilgung der Investition

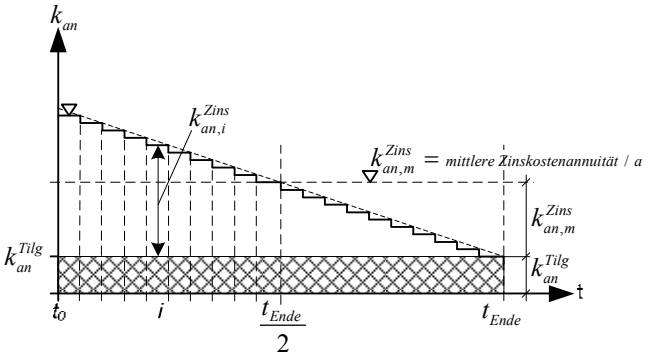


Abb. 4.23: Annuitäten – Zinsverlauf bei konstanter Tilgung

Der mittlere jährliche Zins (Abb. 4.23) basiert auf dem halben konstanten Kapitalwert über die Abschreibungszeit:

$$k_{an,m}^{Zins} = \left(\frac{K_0}{2}\right) \cdot \left(\frac{p}{100}\right)$$

Bürogebäude Zürich [82]
Die Annuitätsanalyse wird für die folgenden zwei Varianten durchgeführt:

- Variante 1 – Gebäude wird nach 50 Jahren abgerissen
- Variante 2 – Gebäude wird unbegrenzt genutzt, d.h. regelmässig erneuert.

Bei beiden Varianten wird eine Betrachtungsdauer von 36 Jahren angenommen. Da bei Variante 1 das Gebäude eine Lebensdauer von 50 Jahren hat, ist die Betrachtungsdauer willkürlich, da die Annuitäten über die 50 Jahre konstant sind und somit den gleichen Wert wie z. B. bei einer Betrachtung über 36 Jahre ergeben.

Variante 1 – Gebäude wird nach 50 Jahren abgerissen
Die Betrachtungsweise in Variante 1 geht davon aus, dass die Nutzeranforderungen sich innerhalb von 50 Jahren so verändert haben, dass das Gebäude abgerissen werden muss. Auch eine umfassende Umrüstung erfordert möglicherweise eine komplette Abschreibung aller Werte, obwohl nicht alle Werte ihre maximale Nutzungsdauer erreicht haben (Abb. 4.25 und Abb. 4.27). Jedoch erzielen solche Anlagenteile gebraucht meist keinen Erlös. Daher müssen alle Gebäude- und Anlagenteile abgeschrieben werden, auch wenn sie, z. B. nach einer Erneuerungsmassnahme, ihre maximale Nutzungsdauer noch nicht erreicht haben.

In Abb. 4.25 und Abb. 4.27 sind zwei unterschiedliche Systemabgrenzungen zur Bestimmung der Annuitäten – z. B. zur Bestimmung des jährlichen Mindest-Netto-Mietzinses – dargestellt, die sich wie folgt unterscheiden:

- Variante 1a – Teilsystemabschreibung:
  Abb. 4.25 geht von der differenzierten Abschreibung der Gebäudeteil- und Anlagensysteme von Beginn an aus. Dies ist im Hinblick auf die generelle System- und Teilsystembetrachtung die rational richtige Vorgehensweise. Diese Methode ist periodenwertverzehrgerecht, denn es muss derjenige zahlen, der den Wertverzehr nutzt.

- Variante 1b – Initialsystemabschreibung
  Abb. 4.27 zeigt eine weitere Variante der Systemabgrenzung. Abb. 4.27 werden die Initialinvestitionen unabhängig von der Nutzungsdauer der einzelnen Gebäudeteil- und Anlagensysteme über 50 Jahre pauschal abgeschrieben. Diese Methode ist nicht wertverzehrorientiert, sondern verteilt den Wertverzehr periodenunecht.

Bei einer Endsystemabgrenzung mit Abriss des Gebäudes, wie sie in der Variante 1 vorgenommen wird, führt dies zu gleichen konstanten Annuitäten, weil diese immer aus den Endkapitalwerten ermittelt werden. Obwohl die Systemabgrenzung nach Instandsetzungs- und Erneuerungszyklen der Teilsysteme (Abb. 4.27) identisch ist mit einer teilsystembezogenen Abschreibung und somit den Wertverzehr richtig abbildet, wird in der Baupraxis meist die gesamte Initialinvestition (Abb. 4.25) über den Lebens-

zyklus (z. B. 50 Jahre) abgeschrieben. Dies spiegelt sich auch in der Kostengruppengliederung des BKI [93]oder der CRB [87] wieder.

Im Folgenden wird auf der Basis des Bürogebäudes Zürich (Abb. 4.24) die mathematische Vorgehensweise dargestellt und exemplarisch in den Beispielen zu Abb. 4.25 und Abb. 4.27 durchgerechnet.

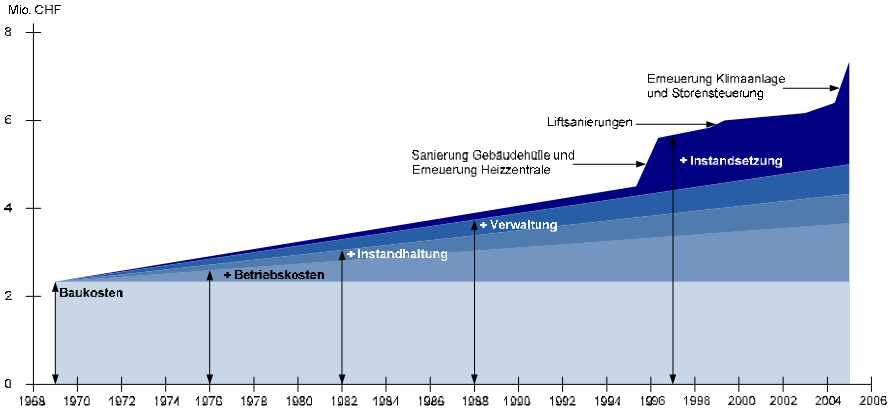


Abb. 4.24: LC-Cash-out – Bürogebäude Zürich [104]

Zugrundeliegende Annahmen

Für das Bürogebäude werden die folgenden Annahmen hinsichtlich Investitions- und Erneuerungskosten sowie Nutzungszeiten für die Gebäudeteil- und Anlagensysteme getroffen:

Gesamtinitialinvestition $K_0^{Gesamt} = \underline{\underline{2.25\ Mio.\ CHF}}$

davon entfallen auf:[2]

- Gebäudehülle (Dach und Fassade) sowie Heizungszentrale (GH + HZ) ca. 35 % der Bauwerkskosten:

  $K_0^{GH+HZ} = 0.35 \cdot 2.25\ Mio.\ CHF = \underline{\underline{0.788\ Mio.\ CHF}}$

  Nutzungszeit: $t_{Nutz}^{GH+HZ} = 25\ Jahre$

[2] Die Ermittlung der jeweiligen Kostenanteile erfolgt auf Basis der der statistischen Kostenkennwerte für Gebäude des BKI Baukosteninformationszentrums Stuttgart [93]. Angenommen wurde ein Bürogebäude mit hohem Standard.

- Liftanlage (LS) ca. 1 % der Bauwerkskosten:
  $K_0^{LS} = 0.01 \cdot 2.25\ Mio.\ CHF = \underline{\underline{0.023\ Mio.\ CHF}}$
  Nutzungszeit: $t_{Nutz}^{LS} = 30\ Jahre$

- Klimaanlage sowie Storensteuerung (KA + SS) ca. 5 % der Bauwerkskosten:
  $K_0^{KA+SS} = 0.05 \cdot 2.25\ Mio.\ CHF = \underline{\underline{0.113\ Mio.\ CHF}}$
  Nutzungszeit: $t_{Nutz}^{KA+SS} = 36\ Jahre$

Übrige Bauwerkskosten insbesondere Tragstruktur (TS):
$K_0^{TS} = 2.25 - 0.788 - 0.023 - 0.113\ Mio.\ CHF = \underline{\underline{1.326\ Mio.\ CHF}}$
Nutzungszeit: $t_{Nutz}^{TS} = 50\ Jahre$

Am Ende der jeweiligen Nutzungszeit fallen Sanierungsmassnahmen mit den folgenden Kosten an. Diese unterscheiden sich teilweise signifikant von den initialen Teilsysteminvestitionen durch komplexe Systemanforderungen z. B. im Rahmen der Erneuerung der Klimaanlage und der Lifte.

$K_{25}^{GH\&HZ} = 0.95\ Mio.\ CHF$
$K_{30}^{LS} = 0.2\ Mio.\ CHF$
$K_{36}^{KA\&SS} = 1.1\ Mio.\ CHF$
Als Abrisskosten werden ca. 10 % der initialen Investitionskosten angenommen:
$K_{50}^{Abriss} = 0.1 \cdot 2.25 = \underline{\underline{0.225\ Mio.\ CHF}}$

Als kalkulatorischer Zinssatz für die Diskontierung der Zahlungsströme wird der Schweizer Immobilien Index für Büroimmobilien für das Jahr 2007 angenommen. Er berücksichtigt die Verzinsung des im Büroimmobilienbestand gebundenen Kapitals (total return) von institutionellen Investoren. Der Schweizer Immobilien Index für Büroimmobilien 2007 beträgt 6.9 % [107]. Damit ergibt sich der Diskontierungsfaktor DF [74] zu:

$DF = (1+q) = 1 + 0.069 = 1.069$

Annuitätenberechnung

Die Annuitäten werden aus dem Endkapitalwert K_{End}^{i} wie folgt ermittelt:

$$k_{an}^{i} = K_{End}^{i} \frac{\left(\frac{p}{100}\right)}{\left(1+\frac{p}{100}\right)^{i}-1}$$

k^{i}: Annuität für das Gebäude- bzw. Anlagenteil i

$$i = \left\{ i \middle| i = TS\text{ - }Tragstruktur \vee i = GH\&HZ\text{ - }Gebäudehülle\ \&\ Heizzentrale \vee i = LS\text{ - }Liftanlage \vee i = KA\&SS\text{ - }Klimaanlage\ \&\ Sorensteuerung \right\}$$

K_{End}^{i}: Endkapitalwert am Ende der Nutzungszeit für das Gebäude- bzw. bzw. Anlagenteil i

$$K_{End}^{i} = K_{0}^{i}\left(1+\frac{p}{100}\right)^{n} + \sum_{l=1\cdot l}^{m\cdot l<n} K_{l}^{i}\left(1+\frac{p}{100}\right)^{(m-l)}$$

l: Erneuerungszeitpunkt des Gebäude- bzw. Anlagenteils bzw. Nutzungszeit

n: Gesamtnutzungszeit des Gebäudes (Lebenszeit)

K_{0}^{i}: Kapitalwert der initialen Investition für das Gebäude- bzw. Anlagenteil i

K_{l}^{i}: Kapitalwert der Erneuerungsinvestition zum Zeitpunkt der Erneuerung für das Gebäude- bzw. Anlagenteil i

Beispielrechnung Variante 1a – Teilsystemabschreibung

Die differenzierte Teilsystemabschreibung der Initialinvestition nach ihren Erneuerungszyklen ist periodenrichtig und somit wertverzehrgerecht.

Die Berechnung der Gesamtannuität erfolgt in Anlehnung an Abb. 4.25.

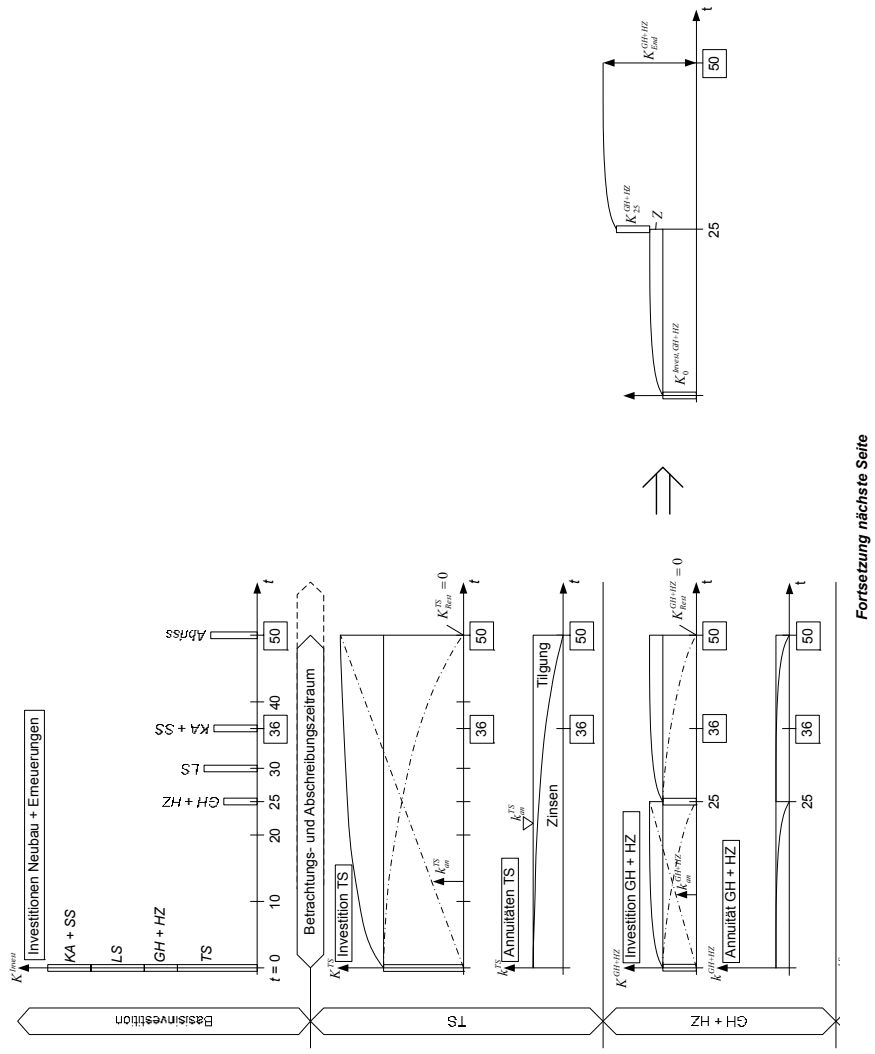


Abb. 4.25: Variante 1a – Gebäude wird nach 50 Jahren abgerissen, mit Teilsystemabgrenzung

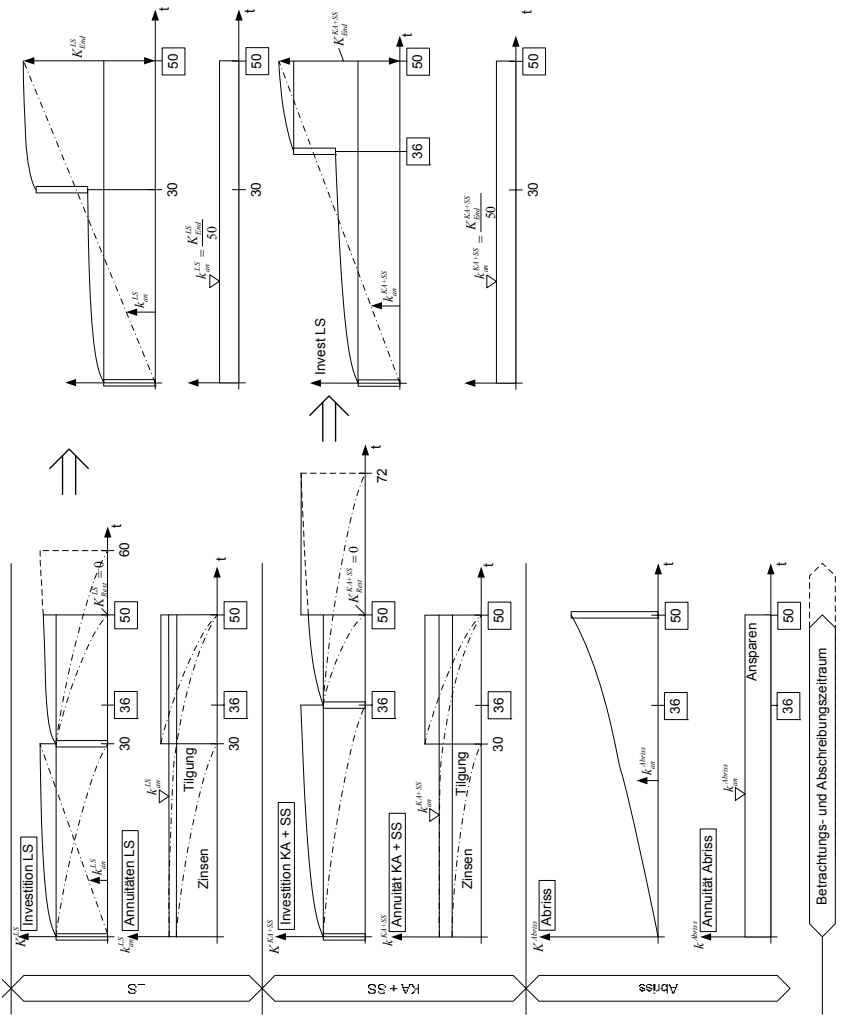


Abb. 4.25**:** Variante 1a – Gebäude wird nach 50 Jahren abgerissen, mit Teilsystemabgrenzung

Berechnung der Gesamtkapitalkosten am Ende der Gebäudenutzungszeit (Abb. 4.25):

$$K_{50}^{TS} = K_0^{TS} \cdot \left(1+\tfrac{p}{100}\right)^{50} = 1.326 \cdot 1.069^{50} = \underline{\underline{37.2760\ Mio.\ CHF}}$$

$$K_{50}^{GH+HZ} = K_0^{GH+HZ} \cdot \left(1+\tfrac{p}{100}\right)^{25} + K_{25}^{GH+HZ} \cdot \left(1+\tfrac{p}{100}\right)^{25}$$

$$= 0.788 \cdot 1.069^{25} + 0.95 \cdot 1.069^{25} = \underline{\underline{9.215\ Mio.\ CHF}}$$

$$K_{50}^{LS} = K_0^{LS} \cdot \left(1+\tfrac{p}{100}\right)^{30} + K_{30}^{LS} \cdot \left(1+\tfrac{p}{100}\right)^{20} = 0.023 \cdot 1.069^{30} + 0.2 \cdot 1.069^{20} =$$

$$= \underline{\underline{0.930\ Mio.\ CHF}}$$

$$K_{50}^{KA+SS} = K_0^{KA+SS} \cdot \left(1+\tfrac{p}{100}\right)^{36} + K_{30}^{KA+SS} \cdot \left(1+\tfrac{p}{100}\right)^{14}$$

$$= 0.113 \cdot 1.069^{36} + 1.1 \cdot 1.069^{14} = \underline{\underline{4.048\ Mio.\ CHF}}$$

$$K_{50}^{Abriss} = \underline{\underline{0.225\ Mio.\ CHF}}$$

Berechnung der Investitions-, Erneuerungs- und Abrissannuitäten nach Abb. 4.25:

$$k_{an}^{TS} = K_{50}^{TS} \cdot \frac{\frac{p}{100}}{\left(1+\frac{p}{100}\right)^{50}-1} = 37.2760 \cdot \frac{0.069}{1.069^{50}-1} = \underline{\underline{0.0949\ Mio.\ CHF}}$$

$$k_{an}^{GH+HZ} = K_{50}^{GH+HZ} \cdot \frac{\frac{p}{100}}{\left(1+\frac{p}{100}\right)^{50}-1} = 9.215 \cdot \frac{0.069}{1.069^{50}-1} = \underline{\underline{0.0235\ Mio.\ CHF}}$$

$$k_{an}^{LS} = K_{50}^{LS} \cdot \frac{\frac{p}{100}}{\left(1+\frac{p}{100}\right)^{50}-1} = 0.930 \cdot \frac{0.069}{1.069^{50}-1} = \underline{\underline{0.0024\ Mio.\ CHF}}$$

$$k_{an}^{KA+SS} = K_{50}^{KA+SS} \cdot \frac{\frac{p}{100}}{\left(1+\frac{p}{100}\right)^{50}-1} = 4.048 \cdot \frac{0.069}{1.069^{50}-1} = \underline{\underline{0.0103\ Mio.\ CHF}}$$

$$k_{an}^{Abriss} = K_{50}^{Abriss} \cdot \frac{\frac{p}{100}}{\left(1+\frac{p}{100}\right)^{50}-1} = 0.225 \cdot \frac{0.069}{1.069^{50}-1} = \underline{\underline{0.0006\ Mio.\ CHF}}$$

Investitions-, Erneuerungs- und Abrissannuität:

$$k_{an}^{KG100+400} = k_{an}^{TS} + k_{an}^{GH+HZ} + k_{an}^{LS} + k_{an}^{KA+SS} + k_{an}^{Abriss} = \underline{\underline{0.1317\ Mio.\ CHF}}$$

Berechnung der laufenden Kostenannuitäten des Betriebs:

Für die periodischen Kosten der Nutzungskostengruppen NKG 200 (Verwaltung) und NKG 300 (Betriebs-, Unterhalt- und Instandhaltungskosten) fallen die Zeitpunkte des Anfalls der Einnahmen und Ausgaben zusammen. Eine Diskontierung ist deshalb nicht notwendig. Diese periodischen Kosten fliessen direkt in die Annuität ein.

$$k_{an}^{KG200} = \frac{0.64\ Mio.\ CHF}{36} = \underline{\underline{0.0178\ Mio.\ CHF}}$$

$$k_{an}^{KG300} = \frac{(1.29 + 0.64)\ Mio.\ CHF}{36} = \underline{\underline{0.0536\ Mio.\ CHF}}$$

Die totalen Annuitäten entsprechend den Kostengruppen (KG) sind wie folgt:

$$k_{an}^{KG100+400} = 0.1317\ Mio.\ CHF \triangleq 65\%$$

$$k_{an}^{KG200} = 0.0178\ Mio.\ CHF \triangleq 9\%$$

$$\underline{k_{an}^{KG300} = 0.0536\ Mio.\ CHF \triangleq 26\%}$$

$$\underline{\underline{k_{an}^{Gesamt} = 0.2031\ Mio.\ CHF \triangleq 100\%}}$$

Der Mindest-Mietzins ist in Tabelle 2 dargestellt.

Tabelle 2: Mindest-Gebäudemiete

	Mindest-Nettomiete [Mio. CHF]	Mindest-Bruttomiete [Mio. CHF]
jährlich	0.1317	0.2031
monatlich	0.0110	0.0169

Die Zusammensetzung der Gesamtannuitäten entsprechend den Kostengruppen (KG) ist in Abb. 4.26 dargestellt.

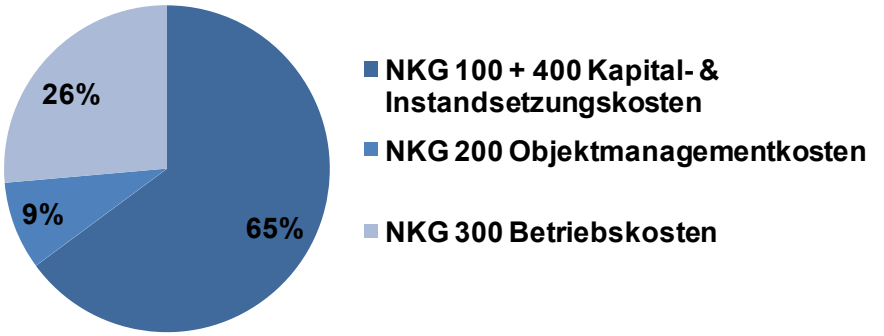
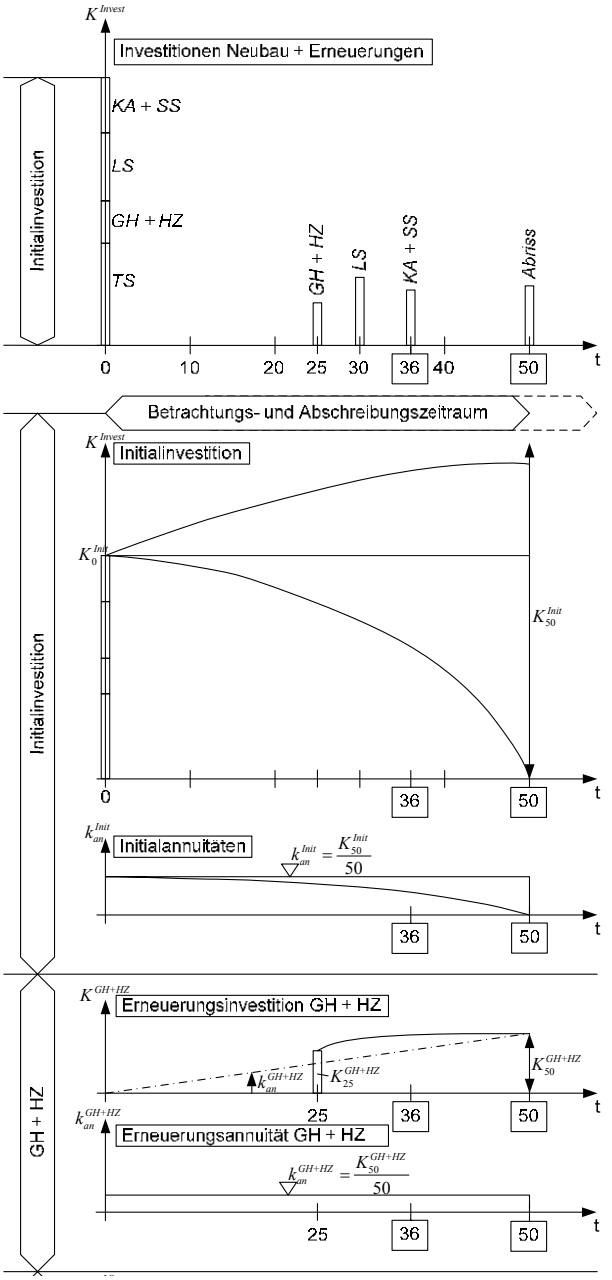


Abb. 4.26: Variante 1a – Zusammensetzung der Gesamtannuitäten nach Kostengruppen (KG)

Beispielrechnung Variante 1b – Initialsystemabschreibung
Bei der undifferenzierten, ganzheitlichen Initialsystemabschreibung über eine globale Abschreibungszeit verteilt sich die Abschreibung einzelner Teilsysteme und Module eines Gebäudes. Damit ist die Abschreibung und Verzinsung nicht perioden- und wertverzehrgerecht. Trotzdem soll sie hier vorgestellt werden, weil sie im Rahmen des Facility Managements und in Abschreibungshandbüchern so verwendet wird. Diese Methode ist aber aus betriebs- und finanzwirtschaftlicher Sicht nicht über alle Zweifel erhaben.

Die Berechnung der Gesamtannuität erfolgt in Anlehnung an Abb. 4.27.



Fortsetzung nächste Seite

Abb. 4.27: Variante 1b – Gebäude wird nach 50 Jahren abgerissen, mit Initialsystemabschreibung

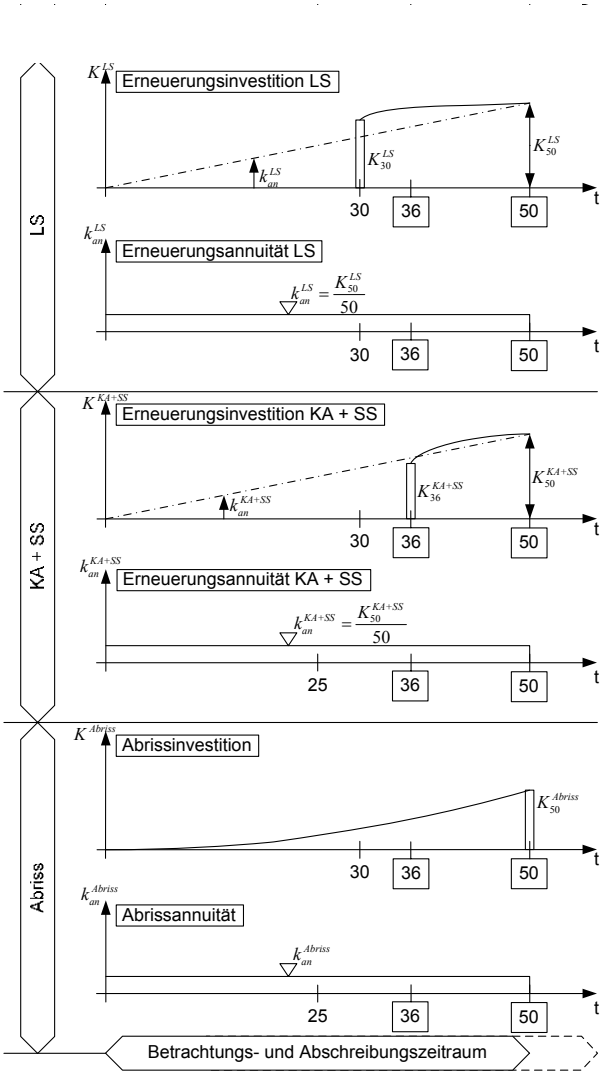


Abb. 4.27:Variante 1b – Gebäude wird nach 50 Jahren abgerissen, mit Initial-systemabschreibung

Berechnung der Gesamtkapitalkosten am Ende der Gebäudenutzungszeit (Abb. 4.27):

$$K_{50}^{Init} = K_0^{Init} \cdot \left(1+\tfrac{p}{100}\right)^{50} = 2.25 \cdot 1.069^{50} = \underline{\underline{63.2511\ Mio.\ CHF}}$$

$$K_{50}^{GH+HZ} = K_{25}^{GH+HZ} \cdot \left(1+\tfrac{p}{100}\right)^{(50-25)} = 0.95 \cdot 1.069^{25} = \underline{\underline{5.0369\ Mio.\ CHF}}$$

$$K_{50}^{LS} = K_{30}^{LS} \cdot \left(1+\tfrac{p}{100}\right)^{(50-30)} = 0.2 \cdot 1.069^{20} = \underline{\underline{0.7596\ Mio.\ CHF}}$$

$$K_{50}^{KA+SS} = K_{36}^{KA+SS} \cdot \left(1+\tfrac{p}{100}\right)^{(50-36)} = 1.1 \cdot 1.069^{14} = \underline{\underline{2.7995\ Mio.\ CHF}}$$

$$K_{50}^{Abriss} = \underline{\underline{0.225\ Mio.\ CHF}}$$

Berechnung der Investitions- und Abrissannuitäten nach Abb. 4.27:

$$k_{an}^{Init} = K_{50}^{Init} \cdot \frac{\frac{p}{100}}{\left(1+\frac{p}{100}\right)^{50}-1} = 63.2511 \cdot \frac{0.069}{1.069^{50}-1} = \underline{\underline{0.1610\ Mio.\ CHF}}$$

$$k_{an}^{Abriss} = K_{50}^{Abriss} \cdot \frac{\frac{p}{100}}{\left(1+\frac{p}{100}\right)^{50}-1} = 0.225 \cdot \frac{0.069}{1.069^{50}-1} = \underline{\underline{0.0006\ Mio.\ CHF}}$$

$$k_{an}^{KG100} = k_{an}^{Init} + k_{an}^{Abriss} = \underline{\underline{0.1616\ Mio.\ CHF}}$$

Berechnung der Erneuerungsannuitäten nach Abb. 4.27:

$$k_{an}^{GH+HZ} = K_{50}^{GH+HZ} \cdot \frac{\frac{p}{100}}{\left(1+\frac{p}{100}\right)^{50}-1} = 5.0369 \cdot \frac{0.069}{1.069^{50}-1} = \underline{\underline{0.0128\ Mio.\ CHF}}$$

$$k_{an}^{LS} = K_{50}^{LS} \cdot \frac{\frac{p}{100}}{\left(1+\frac{p}{100}\right)^{50}-1} = 0.7596 \cdot \frac{0.069}{1.069^{50}-1} = \underline{\underline{0.0019\ Mio.\ CHF}}$$

$$k_{an}^{KA+SS} = K_{50}^{KA+SS} \cdot \frac{\frac{p}{100}}{\left(1+\frac{p}{100}\right)^{50}-1} = 2.7995 \cdot \frac{0.069}{1.069^{50}-1} = \underline{\underline{0.0071\ Mio.\ CHF}}$$

$$k_{an}^{KG400} = k_{an}^{GH+HZ} + k_{an}^{LS} + k_{an}^{KA+SS} = \underline{\underline{0.0218\ Mio.\ CHF}}$$

Berechnung der laufenden Kostenannuitäten des Betriebs:

$$k_{an}^{KG200} = \frac{0.64\ Mio.\ CHF}{36} = \underline{\underline{0.0178\ Mio.\ CHF}}$$

$$k_{an}^{KG300} = \frac{(1.29 + 0.64)\ Mio.\ CHF}{36} = \underline{\underline{0.0536\ Mio.\ CHF}}$$

Die totalen Annuitäten entsprechend den Kostengruppen (KG) sind wie folgt:

$$k_{an}^{KG100} = 0.1616\ Mio.\ CHF \triangleq 63\%$$

$$k_{an}^{KG200} = 0.0178\ Mio.\ CHF \triangleq 7\%$$

$$k_{an}^{KG300} = 0.0536\ Mio.\ CHF \triangleq 21\%$$

$$\underline{k_{an}^{KG400} = 0.0218\ Mio.\ CHF \triangleq 9\%}$$

$$\underline{\underline{k_{an}^{Gesamt} = 0.2548\ Mio.\ CHF \triangleq 100\%}}$$

Der Mindest-Mietzins ist in Tabelle 3 dargestellt.

Tabelle 3: Mindest-Gebäudemiete

	Mindest-Nettomiete [Mio. CHF]	Mindest-Bruttomiete [Mio. CHF]
jährlich	0.1834	0.2548
monatlich	0.0153	0.0212

Die Zusammensetzung der Gesamtannuitäten entsprechend den Kostengruppen (KG) ist in Abb. 4.28 dargestellt.

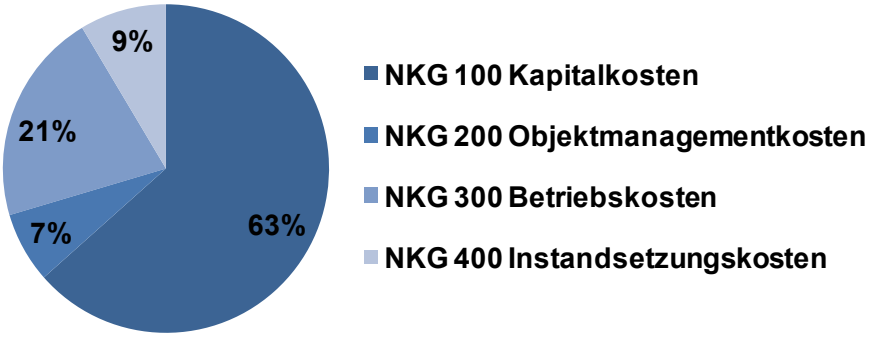


Abb. 4.28: Variante 1b – Zusammensetzung der Gesamtannuitäten nach Kostengruppen

Variante 2 – Gebäude wird unbegrenzt genutzt, d. h. regelmässig erneuert

Die Betrachtungsweise in Variante 2 geht davon aus, dass das Gebäude langfristig umnutzungsfähig bleibt und die Umnutzung oder Nutzungsanpassung mit den Erneuerungszyklen der Gebäude- und Anlagenteile zusammenfällt. In solchen Fällen betrachtet man einen Investitionszyklus z. B. von 36 Jahren.

In diesem Fall der „unbegrenzten" Nutzung werden die Abschreibungen und damit die Annuitäten auf den Gebrauchszyklus der baulichen Anlagenteile ausgelegt (Abb. 4.30), um z. B. den jährlichen Mindest-Netto-Mietzins zu ermitteln.

Zum Endzeitpunkt des betrachteten „Investitionszyklus" haben die Gebäude- und Anlagenteile einen Restwert, da das Gebäude weiter genutzt wird.

Zur zeitlichen und kostenmässigen Systemabgrenzung der Investitionen und deren Amortisation muss der Restwert des Gebäudes mit den unterschiedlichen Restwerten der Gebäude- und Anlagenteile berücksichtigt werden.

Die Ermittlung des Restwertes erfolgt nach Abb. 4.28 oder nach Abb. 4.29. Dabei muss beachtet werden, ob eine lineare oder progressive Abschreibung gewählt wird. Wenn mit konstanten Annuitäten gerechnet wird, ist die Tilgung und damit die Abschreibung progressiv (Abb. 4.20), bei linearer Tilgung bzw. Abschreibung ist die Annuität jedoch nicht konstant (Abb. 4.21).

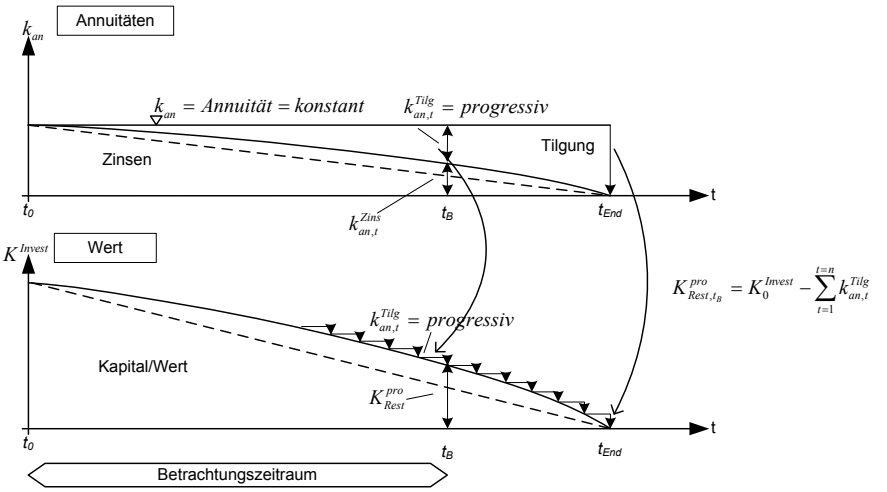


Abb. 4.29: Restwertbestimmung mit progressiver Abschreibung und konstanten Annuitäten

In einem System mit zeitlich quasi unendlichen Systemgrenzen sollten, wenn konstante Annuitäten erzielt werden sollen, bereits von Anfang an die Gebäudeteil- und Anlagensysteme getrennt nach ihren Nutzungsperioden (Abb. 4.30) analysiert werden. Wenn die Initialinvestition des Gebäudes pauschal ohne Differenzierung nach Gebäudeteil- und Anlagensystemen abgeschrieben wird, führt das zu Sprüngen in den Annuitäten im Lebenszyklus des Gebäudes (Abb. 4.32).

Zugrunde liegende Annahmen

Für das Bürogebäude (Abb. 4.24) werden die folgenden Annahmen hinsichtlich Investitions- und Erneuerungskosten sowie Nutzungszeiten für die Gebäudeteil- und Anlagensysteme getroffen:

Gesamtinitialinvestition $K_0^{Gesamt} = \underline{\underline{2.25\ Mio.\ CHF}}$

davon entfallen auf:[3]

- Gebäudehülle (Dach und Fassade) sowie Heizungszentrale (GH + HZ) ca. 35 % der Bauwerkskosten:

  $K_0^{GH+HZ} = 0.35 \cdot 2.25\ Mio.\ CHF = \underline{\underline{0.788\ Mio.\ CHF}}$

  Nutzungszeit: $t_{Nutz}^{GH+HZ} = 25\ Jahre$

[3] Die Ermittlung der jeweiligen Kostenanteile erfolgt auf Basis der der statistischen Kostenkennwerte für Gebäude des BKI Baukosteninformationszentrums Stuttgart [93]. Angenommen wurde ein Bürogebäude mit hohem Standard.

- Liftanlage (LS) ca. 1 % der Bauwerkskosten:
  $K_0^{LS} = 0.01 \cdot 2.25\ Mio.\ CHF = \underline{\underline{0.023\ Mio.\ CHF}}$

  Nutzungszeit: $t_{Nutz}^{LS} = 30\ Jahre$

- Klimaanlage sowie Storensteuerung (KA + SS) ca. 5 % der Bauwerkskosten:
  $K_0^{KA+SS} = 0.05 \cdot 2.25\ Mio.\ CHF = \underline{\underline{0.113\ Mio.\ CHF}}$

  Nutzungszeit: $t_{Nutz}^{KA+SS} = 36\ Jahre$

Übrige Bauwerkskosten insbesondere Tragstruktur (TS):

$K_0^{TS} = 2.25 - 0.788 - 0.023 - 0.113\ Mio.\ CHF = \underline{\underline{1.326\ Mio.\ CHF}}$

Nutzungszeit: $t_{Nutz}^{TS} = 50\ Jahre$

Am Ende der jeweiligen Nutzungszeit fallen Sanierungsmassnahmen mit den folgenden Kosten an:

$K_{25}^{GH\&HZ} = 0.95\ Mio.\ CHF$

$K_{30}^{LS} = 0.2\ Mio.\ CHF$

$K_{36}^{KA\&SS} = 1.1\ Mio.\ CHF$

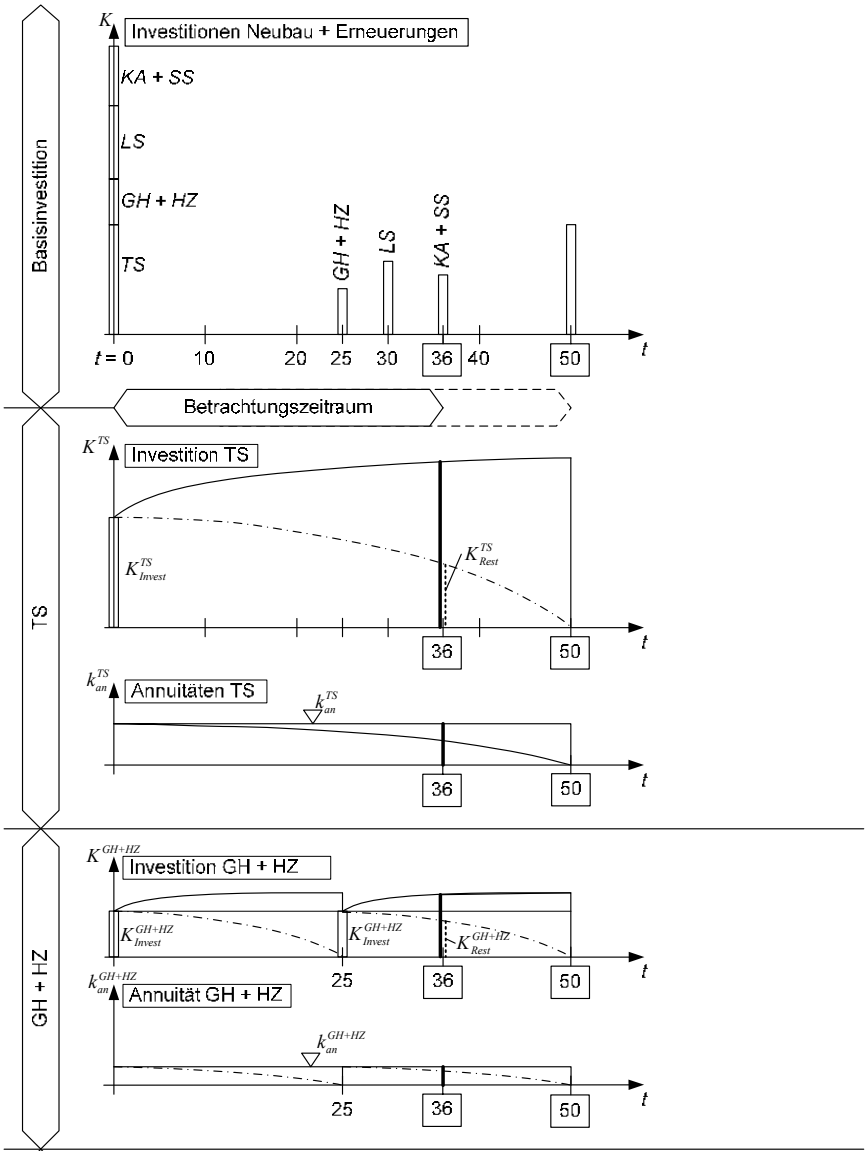
Als kalkulatorischer Zinssatz für die Diskontierung der Zahlungsströme wird der Schweizer Immobilien Index für Büroimmobilien für das Jahr 2007 angenommen. Er berücksichtigt die Verzinsung des im Büroimmobilienbestand gebundenen Kapitals (total return) von institutionellen Investoren. Der Schweizer Immobilien Index für Büroimmobilien 2007 beträgt 6.9 % [107]. Damit ergibt sich der Diskontierungsfaktor DF [74] zu:

$DF = (1+q) = 1 + 0.069 = 1.069$

Beispielrechnung Variante 2a – Teilsystemabschreibung
In Abb. 4.30 ist die Annuitätsanalyse für die Variante 2a, d. h. unbegrenzte Nutzung bzw. regelmässige Erneuerung mit Teilsystemabschreibung getrennt nach Nutzungsdauern dargestellt.

Bei der differenzierten Teilsystemabschreibung der Initialinvestition nach ihren Erneuerungszyklen werden die Gebäude und Anlagenteile des Gebäudes wertverzehrgerecht amortisiert und in der Nettomiete berücksichtigt.

Diese Methode der Abschreibung und Amortisation ist aus betriebswirtschaftlicher Sicht die objektivste Vorgehensweise. Denn es muss derjenige Nutzer zahlen, der den jeweiligen Wertverzehr verursacht. Dabei werden neben der Abschreibung auch die Zinsen berücksichtigt.



Fortsetzung nächste Seite

Abb. 4.30: Variante 2a – Gebäude wird „unbegrenzt“ genutzt, d. h. regelmässig erneuert

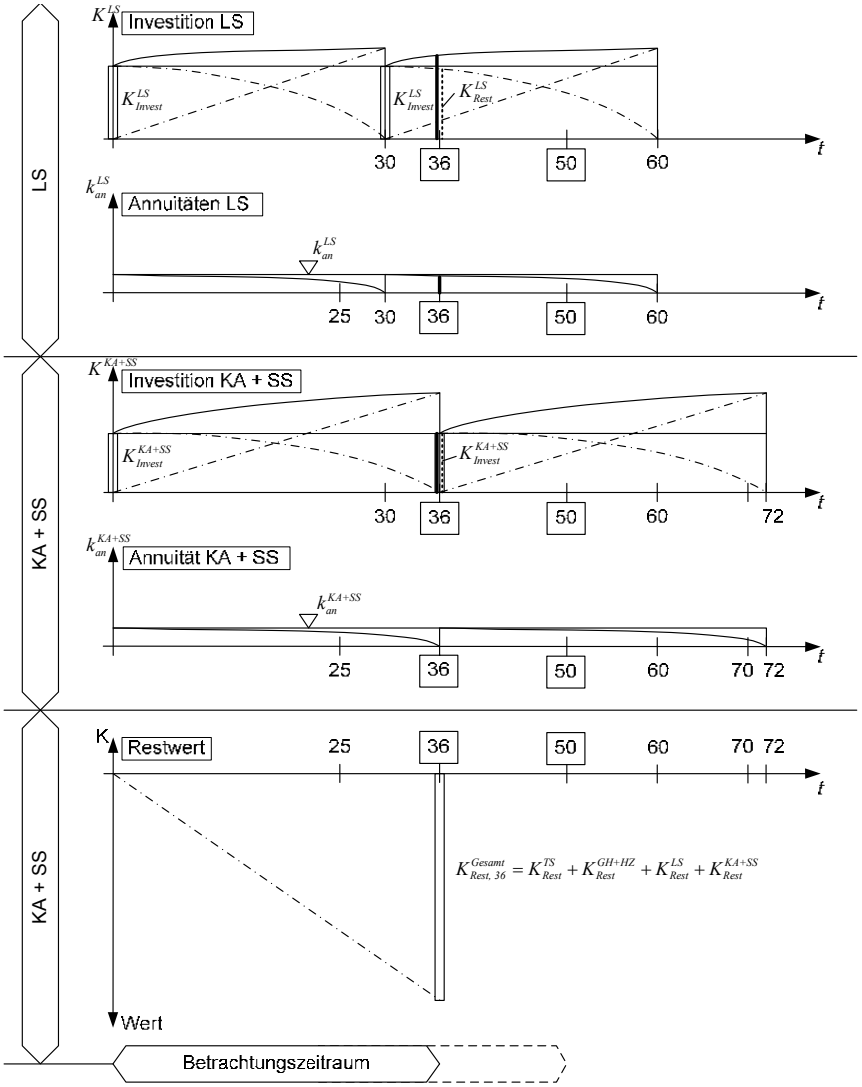


Abb. 4.30: Variante 2a – Gebäude wird „unbegrenzt“ genutzt, d. h. regelmässig erneuert

Berechnung der Gesamtkapitalkosten am Ende des jeweiligen Nutzungszyklus (Abb. 4.30):

$$K_{50}^{TS} = K_0^{TS} \cdot \left(1+\tfrac{p}{100}\right)^{50} = 1.326 \cdot 1.069^{50} = \underline{\underline{37.2760\ Mio.\ CHF}}$$

$$K_{50}^{GH+HZ} = K_{25}^{GH+HZ} \cdot \left(1+\tfrac{p}{100}\right)^{25} = 0.95 \cdot 1.069^{25} = \underline{\underline{5.0369\ Mio.\ CHF}}$$

$$K_{60}^{LS} = K_{30}^{LS} \cdot \left(1+\tfrac{p}{100}\right)^{30} = 0.2 \cdot 1.069^{30} = \underline{\underline{1.4803\ Mio.\ CHF}}$$

$$K_{72}^{KA+SS} = K_{36}^{KA+SS} \cdot \left(1+\tfrac{p}{100}\right)^{36} = 1.1 \cdot 1.069^{36} = \underline{\underline{12.1504\ Mio.\ CHF}}$$

Berechnung der Investitions-, Erneuerungsannuitäten nach Abb. 4.3.

$$k_{an}^{TS} = K_{50}^{TS} \cdot \frac{\frac{p}{100}}{\left(1+\frac{p}{100}\right)^{50}-1} = 37.2760 \cdot \frac{0.069}{1.069^{50}-1} = \underline{\underline{0.0949\ Mio.\ CHF}}$$

$$k_{an}^{GH+HZ} = K_{50}^{GH+HZ} \cdot \frac{\frac{p}{100}}{\left(1+\frac{p}{100}\right)^{25}-1} = 5.0369 \cdot \frac{0.069}{1.069^{25}-1} = \underline{\underline{0.0808\ Mio.\ CHF}}$$

$$k_{an}^{LS} = K_{60}^{LS} \cdot \frac{\frac{p}{100}}{\left(1+\frac{p}{100}\right)^{30}-1} = 1.4803 \cdot \frac{0.069}{1.069^{30}-1} = \underline{\underline{0.0160\ Mio.\ CHF}}$$

$$k_{an}^{KA+SS} = K_{72}^{KA+SS} \cdot \frac{\frac{p}{100}}{\left(1+\frac{p}{100}\right)^{36}-1} = 12.1504 \cdot \frac{0.069}{1.069^{36}-1} = \underline{\underline{0.0835\ Mio.\ CHF}}$$

$$k_{an}^{KG100+400} = k_{an}^{TS} + k_{an}^{GH+HZ} + k_{an}^{LS} + k_{an}^{KA+SS} = \underline{\underline{0.2752\ Mio.\ CHF}}$$

Berechnung der Restwerte nach 36 Jahren:

$$K_{Rest,36}^{TS} = K_0^{TS} \cdot \left(1+\tfrac{p}{100}\right)^{36} - k_{an}^{TS} \cdot \frac{\left(1+\tfrac{p}{100}\right)^{36}-1}{\tfrac{p}{100}}$$

$$= 1.326 \cdot 1.069^{36} - 0.0949 \cdot \frac{1.069^{36}-1}{0.069} = \underline{\underline{0.8301\ Mio.\ CHF}}$$

$$K_{Rest,36}^{GH+HZ} = K_{25}^{GH+HZ} \cdot \left(1+\tfrac{p}{100}\right)^{(36-25)} - k_{an}^{GH+HZ} \cdot \frac{\left(1+\tfrac{p}{100}\right)^{(36-25)}-1}{\tfrac{p}{100}}$$

$$= 0.95 \cdot 1.069^{11} - 0.0808 \cdot \frac{1.069^{11}-1}{0.069} = \underline{\underline{0.7106\ Mio.\ CHF}}$$

$$K_{Rest,36}^{LS} = K_{30}^{LS} \cdot \left(1+\tfrac{p}{100}\right)^{(36-30)} - k_{an}^{LS} \cdot \frac{\left(1+\tfrac{p}{100}\right)^{(36-30)}-1}{\tfrac{p}{100}}$$

$$= 0.2 \cdot 1.069^{6} - 0.0160 \cdot \frac{1.069^{6}-1}{0.069} = \underline{\underline{0.1843\ Mio.\ CHF}}$$

$$K_{Rest,36}^{KA+SS} = 0\ bzw.\ K_{36}^{KA+SS} = \underline{\underline{1.1\ Mio.\ CHF}}$$

Summe Restwert nach 36 Jahren:

$$K_{Rest,36}^{Gesamt} = K_{Rest,36}^{TS} + K_{Rest,36}^{GH+HZ} + K_{Rest,36}^{LS} + K_{Rest,36}^{KA+SS}$$

$$= 0.8301 + 0.7106 + 0.1843 + 0 = \underline{\underline{1.725\ Mio.\ CHF}}$$

Der Restwert repräsentiert den Wert, der nach der willkürlich gewählten Betrachtungsperiode noch bis zum Nutzungsendzeitpunkt durch die verbleibenden Annuitäten eingenommen bzw. abgeschrieben werden muss.

Die Annuitäten sind somit bis zum Nutzungsende des Gebäudes bzw. der Gebäude- und Anlagenteile konstant und unabhängig vom verbleibenden Restwert der Infrastruktur zum Betrachtungszeitpunkt zu leisten. Daher muss der Restwert bei der Betrachtung berücksichtigt werden. Jedoch hat bei den Annuitäten der Restwert keine betragsmässige, sondern nur eine zeitliche Wirkung, da die Annuitäten bis zum Nutzungsendzeitpunkt geleistet werden müssen.

Laufende Kostenannuitäten des Betriebs:

$$k_{an}^{KG200} = \frac{0.64\ Mio.\ CHF}{36} = \underline{\underline{0.0178\ Mio.\ CHF}}$$

$$k_{an}^{KG300} = \frac{(1.29 + 0.64)\ Mio.\ CHF}{36} = \underline{\underline{0.0536\ Mio.\ CHF}}$$

Die totalen Annuitäten entsprechend den Kostengruppen (KG) sind wie folgt:

$$k_{an}^{KG100+400} = 0.2752\ Mio.\ CHF \triangleq 79\%$$

$$k_{an}^{KG200} = 0.0178\ Mio.\ CHF \triangleq 5\%$$

$$\underline{k_{an}^{KG300} = 0.0536\ Mio.\ CHF \triangleq 16\%}$$

$$\underline{\underline{k_{an}^{Gesamt} = 0.3466\ Mio.\ CHF \triangleq 100\%}}$$

Der Mindest-Mietzins ist in Tabelle 2 dargestellt.

Tabelle 4: Mindest-Gebäudemiete

	Mindest-Nettomiete [Mio. CHF]	Mindest-Bruttomiete [Mio. CHF]
jährlich	0.2752	0.3466
monatlich	0.0229	0.0289

Die Zusammensetzung der Gesamtannuitäten entsprechend den Kostengruppen (KG) ist in Abb. 4.31 dargestellt.

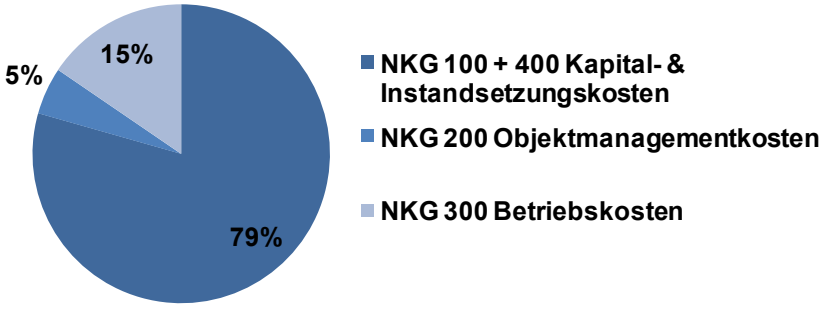


Abb. 4.31: Variante 2a – Zusammensetzung der Gesamtannuitäten nach Kostengruppen (KG)

Beispielrechnung Variante 2b Initialsystemabschreibung
In Abb. 4.32 ist die Annuitätsanalyse für die Variante 2b, d. h. unbegrenzte Nutzung bzw. regelmässige Erneuerung mit Initialsystemabschreibung dargestellt.

Bei der undifferenzierten, ganzheitlichen Initialsystemabschreibung über eine globale Abschreibungszeit (z. B. 50 Jahre) verteilt sich die Abschreibung der einzelnen Teilsysteme und Module des Gebäudes über eine Gesamtzeit. Dabei wird nicht berücksichtigt, dass einzelne Gebäudeteilsysteme oder Module (z. B. Heizung / Fassade etc.) wesentlich früher erneuert werden müssen.

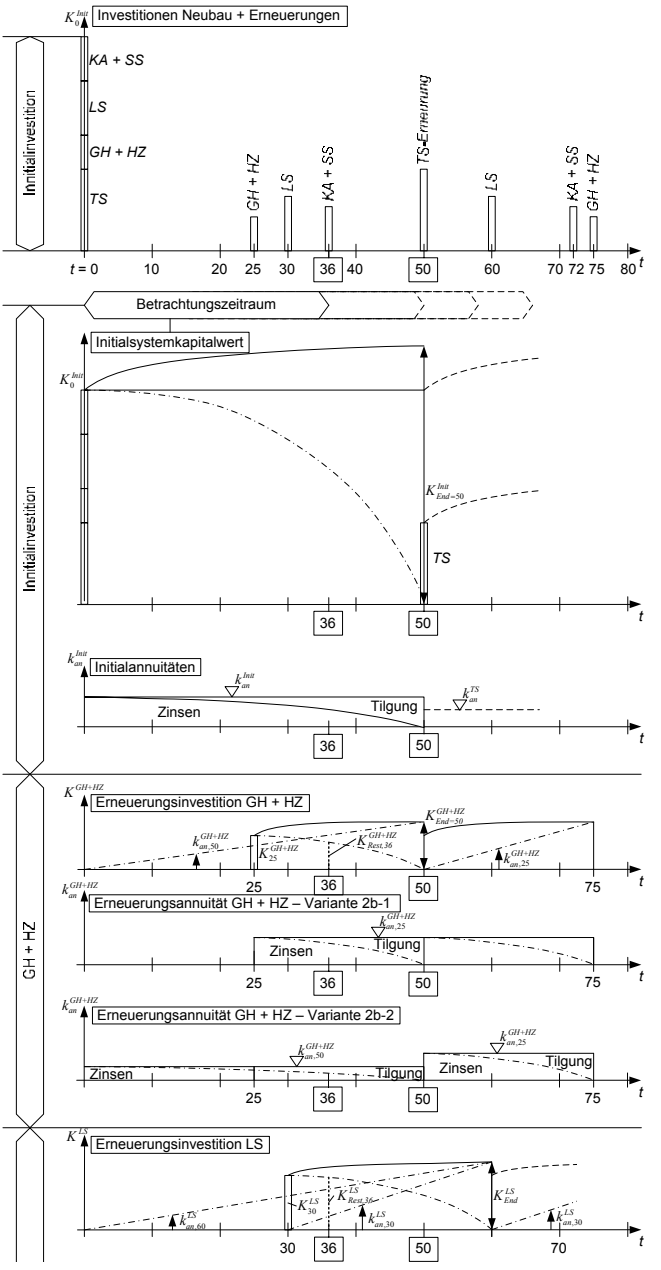
Trotz früherer Instandsetzung und Erneuerung wird die Initialinvestition, in der die Teilsysteme und Module mit früheren Reinvestitionen (z. B. nach 20 Jahren) enthalten sind, über eine längere Komplexperiode (z. B. 50 Jahre) angeschrieben.

Der Nachteil dieser Methode besteht darin, dass einige der Teilsysteme und Module zum Zeitpunkt ihrer Erneuerung nicht abgeschrieben sind. Das heisst, das Investitionskapital ist noch nicht amortisiert. Wird auf dieser Basis die Netto-Miete errechnet, ist diese zu gering für die Amortisation gewisser Teilsystem der Gebäude. Wird der Komplexabschreibungszeitpunkt wesentlich verringert, so tritt der umgekehrte Effekt ein. Der Mieter bezahlt eine zu hohe Netto-Miete.

Bezüglich der Ermittlung der Annuitäten wird die Variante 2b weiter untergliedert in die folgenden Annuitätenvarianten:

- Variante 2b-1:
  In dieser Variante werden die Annuitäten der Erneuerungsinvestitionen erst ab Anfall der Erneuerung auf die zukünftige Nutzungszeit verteilt (somit ändert sich jeweils die Nettomiete). Diese Methode ist wertverzehrgerecht und dient als Grundlage für eine Netto-Miete.

- Variante 2b-2:
  In dieser Variante werden die Annuitäten der ersten Erneuerungsinvestition schon im Voraus mit dem Zeitpunkt t=0 vorauseilend erhoben. Diese Methode belastet den ersten Mieter schon im Voraus, ohne dass er definitiv in den Genuss der ersten Erneuerungsphase kommt. Normalerweise sollten die Annuitäten wertverzehrgerecht in der Miete erhoben werden. Diese Methode ist somit nicht brauchbar.



Fortsetzung nächste Seite

Abb. 4.32: Variante 2b – Gebäude wird erneuert und weiter genutzt, mit Initialsystemabschreibung

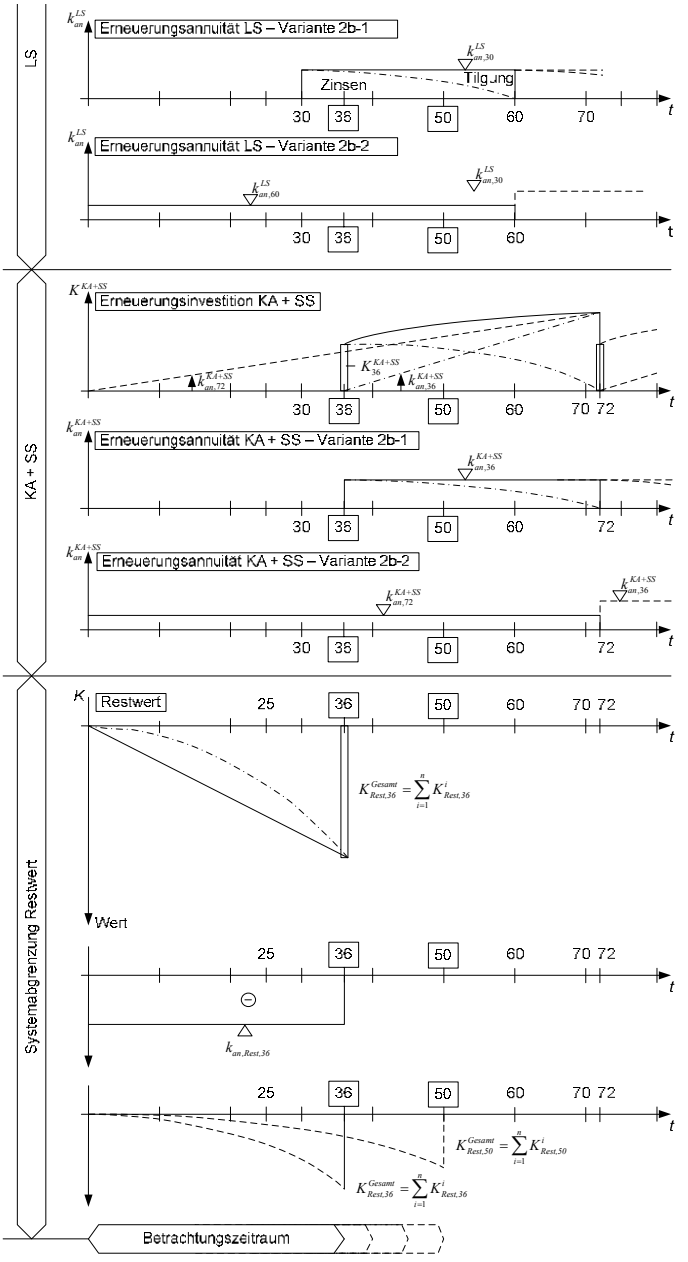


Abb. 4.32: Variante 2b – Gebäude wird erneuert und weiter genutzt, mit Initial-systemabschreibung

Berechnung der Gesamtkapitalkosten am Ende des jeweiligen Nutzungszyklus (Abb. 4.32):

$$K_{50}^{Init.} = K_0^{Init} \cdot \left(1+\tfrac{p}{100}\right)^{50} = 2.25 \cdot 1.069^{50} = \underline{\underline{63.2511\ Mio.\ CHF}}$$

$$K_{100}^{TS} = K_{50}^{TS} \cdot \left(1+\tfrac{p}{100}\right)^{50} = 1.326 \cdot 1.069^{50} = \underline{\underline{37.2760\ Mio.\ CHF}}$$

$$K_{50}^{GH+HZ} = K_{25}^{GH+HZ} \cdot \left(1+\tfrac{p}{100}\right)^{25} = 0.95 \cdot 1.069^{25} = \underline{\underline{5.0369\ Mio.\ CHF}}$$

$$K_{75}^{GH+HZ} = K_{50}^{GH+HZ} \cdot \left(1+\tfrac{p}{100}\right)^{25} = 0.95 \cdot 1.069^{25} = \underline{\underline{5.0369\ Mio.\ CHF}}$$

$$K_{60}^{LS} = K_{30}^{LS} \cdot \left(1+\tfrac{p}{100}\right)^{30} = 0.2 \cdot 1.069^{30} = \underline{\underline{1.4803\ Mio.\ CHF}}$$

$$K_{90}^{LS} = K_{60}^{LS} \cdot \left(1+\tfrac{p}{100}\right)^{30} = 0.2 \cdot 1.069^{30} = \underline{\underline{1.4803\ Mio.\ CHF}}$$

$$K_{72}^{KA+SS} = K_{36}^{KA+SS} \cdot \left(1+\tfrac{p}{100}\right)^{36} = 1.1 \cdot 1.069^{36} = \underline{\underline{12.1504\ Mio.\ CHF}}$$

$$K_{108}^{KA+SS} = K_{72}^{KA+SS} \cdot \left(1+\tfrac{p}{100}\right)^{36} = 1.1 \cdot 1.069^{36} = \underline{\underline{12.1504\ Mio.\ CHF}}$$

Berechnung der Investitions- und Erneuerungsannuitäten nach Abb. 4.30:

Initialinvestition / Tragstruktur:

- Jahr 1 – Jahr 50

$$k_{an,50}^{Init.} = K_{50}^{Init.} \cdot \frac{\frac{p}{100}}{\left(1+\frac{p}{100}\right)^{50}-1} = 63.2511 \cdot \frac{0.069}{1.069^{50}-1} = \underline{\underline{0.1610\ Mio.\ CHF}}$$

- ab Jahr 50:

$$k_{an,50}^{TS} = K_{100}^{TS} \cdot \frac{\frac{p}{100}}{\left(1+\frac{p}{100}\right)^{50}-1} = 37.2760 \cdot \frac{0.069}{1.069^{50}-1} = \underline{\underline{0.0949\ Mio.\ CHF}}$$

GH + HZ:

- Variante 2b-1:

Jahr 25 – Jahr 50

$$k_{an,25}^{GH+HZ} = K_{50}^{GH+HZ} \cdot \frac{\frac{p}{100}}{\left(1+\frac{p}{100}\right)^{25}-1} = 5.0369 \cdot \frac{0.069}{1.069^{25}-1} = \underline{\underline{0.0808\ Mio.\ CHF}}$$

ab Jahr 50:

$$k_{an,25}^{GH+HZ} = K_{75}^{GH+HZ} \cdot \frac{\frac{p}{100}}{\left(1+\frac{p}{100}\right)^{25}-1} = 5.0369 \cdot \frac{0.069}{1.069^{25}-1} = \underline{\underline{0.0808\ Mio.\ CHF}}$$

- Variante 2b-2

Jahr 1 – Jahr 50:

$$k_{an,50}^{GH+HZ} = K_{50}^{GH+HZ} \cdot \frac{\frac{p}{100}}{\left(1+\frac{p}{100}\right)^{50}-1} = 5.0369 \cdot \frac{0.069}{1.069^{50}-1} = \underline{\underline{0.0128\ Mio.\ CHF}}$$

ab Jahr 50:

$$k_{an,25}^{GH+HZ} = K_{75}^{GH+HZ} \cdot \frac{\frac{p}{100}}{\left(1+\frac{p}{100}\right)^{25}-1} = 5.0369 \cdot \frac{0.069}{1.069^{25}-1} = \underline{\underline{0.0808\ Mio.\ CHF}}$$

LS

- Variante 2b-1

Jahr 30 – Jahr 60

$$k_{an,30}^{LS} = K_{60}^{LS} \cdot \frac{\frac{p}{100}}{\left(1+\frac{p}{100}\right)^{30}-1} = 1.4803 \cdot \frac{0.069}{1.069^{30}-1} = \underline{\underline{0.0160\ Mio.\ CHF}}$$

ab Jahr 60

$$k_{an,30}^{LS} = K_{90}^{LS} \cdot \frac{\frac{p}{100}}{\left(1+\frac{p}{100}\right)^{30}-1} = 1.4803 \cdot \frac{0.069}{1.069^{30}-1} = \underline{\underline{0.0160\ Mio.\ CHF}}$$

- Variante 2b-2

Jahr 1 Jahr 60

$$k_{an,60}^{LS} = K_{60}^{LS} \cdot \frac{\frac{p}{100}}{\left(1+\frac{p}{100}\right)^{60}-1} = 1.4803 \cdot \frac{0.069}{1.069^{60}-1} = \underline{\underline{0.0019\ Mio.\,CHF}}$$

ab Jahr 60

$$k_{an,30}^{LS} = K_{90}^{LS} \cdot \frac{\frac{p}{100}}{\left(1+\frac{p}{100}\right)^{30}-1} = 1.4803 \cdot \frac{0.069}{1.069^{30}-1} = \underline{\underline{0.0160\ Mio.\,CHF}}$$

KA + SS

- Variante 2b-1

Jahr 36 – Jahr 72

$$k_{an,36}^{KA+SS} = K_{72}^{KA+SS} \cdot \frac{\frac{p}{100}}{\left(1+\frac{p}{100}\right)^{36}-1} = 12.1504 \cdot \frac{0.069}{1.069^{36}-1} = \underline{\underline{0.0835\ Mio.\,CHF}}$$

ab Jahr 72

$$k_{an,36}^{KA+SS} = K_{108}^{KA+SS} \cdot \frac{\frac{p}{100}}{\left(1+\frac{p}{100}\right)^{36}-1} = 12.1504 \cdot \frac{0.069}{1.069^{36}-1} = \underline{\underline{0.0835\ Mio.\,CHF}}$$

- Variante 2b-2

Jahr 1 – Jahr 72

$$k_{an,72}^{KA+SS} = K_{72}^{KA+SS} \cdot \frac{\frac{p}{100}}{\left(1+\frac{p}{100}\right)^{72}-1} = 12.1504 \cdot \frac{0.069}{1.069^{72}-1} = \underline{\underline{0.0069\ Mio.\,CHF}}$$

ab Jahr 72

$$k_{an,36}^{KA+SS} = K_{108}^{KA+SS} \cdot \frac{\frac{p}{100}}{\left(1+\frac{p}{100}\right)^{36}-1} = 12.1504 \cdot \frac{0.069}{1.069^{36}-1} = \underline{\underline{0.0835\ Mio.\,CHF}}$$

Berechnung der Restwerte nach 36 Jahren:

Initialinvestition / Tragstruktur

$$K_{Rest,36}^{Init.} = K_0^{Init.} \cdot \left(1+\tfrac{p}{100}\right)^{36} - k_{an,50}^{Init.} \cdot \frac{\left(1+\tfrac{p}{100}\right)^{36}-1}{\tfrac{p}{100}}$$

$$= 2.25 \cdot 1.069^{36} - 0.1610 \cdot \frac{1.069^{36}-1}{0.069} = \underline{\underline{1.4128\ Mio.\ CHF}}$$

GH + HZ

- Variante 2b-1:

$$K_{Rest,36}^{GH+HZ} = K_{25}^{GH+HZ} \cdot \left(1+\tfrac{p}{100}\right)^{(36-25)} - k_{an,25}^{GH+HZ} \cdot \frac{\left(1+\tfrac{p}{100}\right)^{(36-25)}-1}{\tfrac{p}{100}}$$

$$= 0.95 \cdot 1.069^{11} - 0.0808 \cdot \frac{1.069^{11}-1}{0.069} = \underline{\underline{0.7106\ Mio.\ CHF}}$$

- Variante 2b-2

$$K_{Rest,36}^{GH+HZ} = K_{25}^{GH+HZ} \cdot \left(1+\tfrac{p}{100}\right)^{(36-25)} - k_{an,50}^{GH+HZ} \cdot \frac{\left(1+\tfrac{p}{100}\right)^{(36)}-1}{\tfrac{p}{100}}$$

$$= 0.95 \cdot 1.069^{11} - 0.0128 \cdot \frac{1.069^{36}-1}{0.069} = \underline{\underline{0.1156\ Mio.\ CHF}}$$

LS:

- Variante 2b-1

$$K_{Rest,36}^{LS} = K_{30}^{LS} \cdot \left(1+\tfrac{p}{100}\right)^{(36-30)} - k_{an,30}^{LS} \cdot \frac{\left(1+\tfrac{p}{100}\right)^{(36-30)}-1}{\tfrac{p}{100}}$$

$$= 0.2 \cdot 1.069^{6} - 0.0160 \cdot \frac{1.069^{6}-1}{0.069} = \underline{\underline{0.1843\ Mio.\ CHF}}$$

- Variante 2b-2

$$K_{Rest,36}^{LS} = K_{30}^{LS} \cdot \left(1+\tfrac{p}{100}\right)^{(36-30)} - k_{an,60}^{LS} \cdot \frac{\left(1+\tfrac{p}{100}\right)^{(36)}-1}{\tfrac{p}{100}}$$

$$= 0.2 \cdot 1.069^{6} - 0.0019 \cdot \frac{1.069^{36}-1}{0.069} = \underline{\underline{0.0218\ Mio.\ CHF}}$$

KA + SS:

- Variante 2b-1

$$K_{Rest,36}^{KA+SS} = 0 \;\; bzw. \;\; K_{36}^{KA+SS} = \underline{\underline{1.1\, Mio.\, CHF}}$$

Summe Restwert nach 36 Jahren:

- Variante 2b-1

$$K_{Rest,36}^{Gesamt} = K_{Rest,36}^{Init.} + K_{Rest,36}^{GH+HZ} + K_{Rest,36}^{LS} + K_{Rest,36}^{KA+SS}$$
$$= 1.4128 + 0.7106 + 0.1843 + 0 = \underline{\underline{2.3077\, Mio.\, CHF}}$$

- Variante 2b-2

$$K_{Rest,36}^{Gesamt} = K_{Rest,36}^{Init.} + K_{Rest,36}^{GH+HZ} + K_{Rest,36}^{LS} + K_{Rest,36}^{KA+SS}$$
$$= 1.4128 + 0.1156 + 0.0218 + 0 = \underline{\underline{1.5502\, Mio.\, CHF}}$$

Abb. 4.33 zeigt die Zusammensetzung der wertverzehrorientierten sowie der periodenverschmierten Investitions- und Erneuerungsannuitäten im Verlauf des Lebenszyklus.

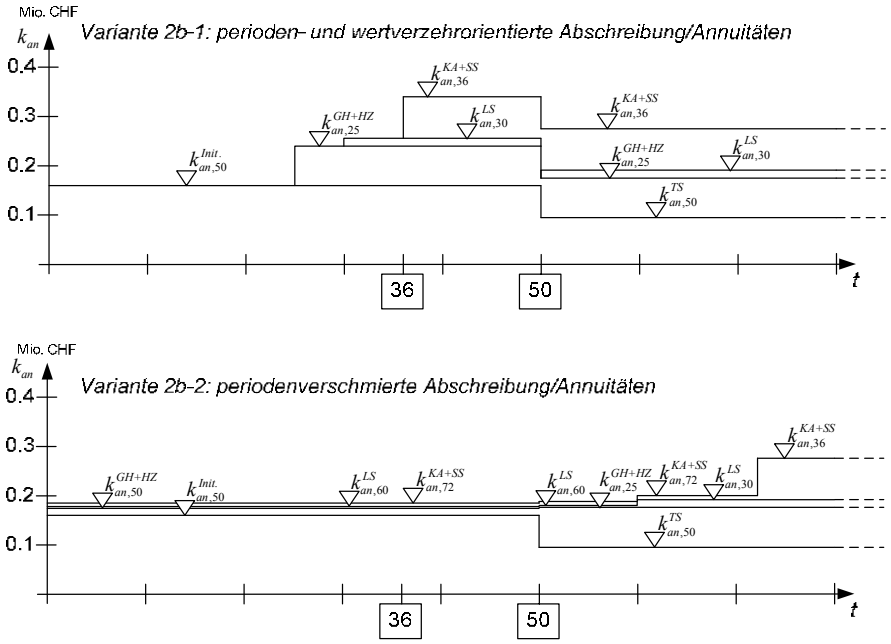


Abb. 4.33: Variante 2b Initialsystemabschreibung – Vergleich des wertverzehrorientierten und des periodenverschmierten Annuitätenverlaufs

Die undifferenzierte, ganzheitliche Initialsystemabschreibung ist für eine periodengerechte, wertverzehrorientierte Annuitätenberechnung ungeeignet. Zudem würden sich in der Variante 2b-1 erhebliche Annuitätssprünge ergeben, obwohl einige Gebäude- und Anlagenteile noch nicht abgeschrieben sind, obwohl sie schon erneuert werden müssten. Die Variante 2b-2 stellt eine Glättung der Annuitäten dar. In der Variante 2b-2 sind einerseits einige initiale Gebäude- und Anlagenteile noch nicht abgeschrieben, obwohl sie erneuert wurden, andererseits werden die Annuitäten für die erste Erneuerung dieser Gebäude und Anlagenteile bereits auf den Beginn der Inbetriebnahme vorgezogen. Dadurch wird durch den periodenverschmierten Abschreibungseffekt der Variante 2b-2 die verzögerte Abschreibung in etwa ausgeglichen.

Büronebenkostenanalyse OSCAR 2008 [96]

Abb. 4.34 zeigt den Cashflow des Büroimmobilienportfolios der Büronebenkostenanalyse OSCAR 2008 [96] über einen Betrachtungszeitraum von 36 Jahren auf Basis der Analyse im Jahr 2008 bezogen auf einen Quadratmeter Büro-Netto-Grundfläche.

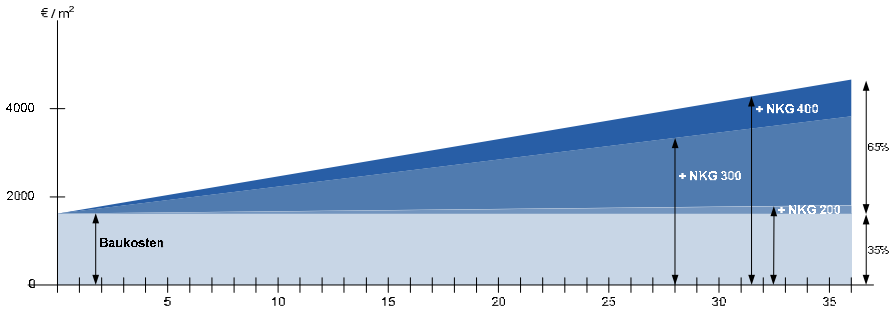


Abb. 4.34: LC-Cash-out – Bürogebäudeportfolio OSCAR 2008 (in Anlehnung an [96])

Bestimmung der Annuitäten

Sowohl die Investitionsannuitäten für die initiale Investition (NKG 100) und die Ersatzinvestitionen zur Instandsetzung (NKG 400) als auch die laufenden Kostenannuitäten für Objektmanagement (NKG 200) und Betrieb, Wartung und Unterhalt (NKG 300) können direkt der Büronebenkostenanalyse [96] entnommen werden.

Investitionsannuität

$$k_{an}^{KG100} = \underline{\underline{115.32 \frac{€}{a \cdot m^2} \triangleq 63\%}}$$

Erneuerungsannuität

$$k_{an}^{KG400} = \underline{\underline{5.28 \frac{€}{a \cdot m^2} \triangleq 3\%}}$$

Laufende Kostenannuitäten

$$k_{an}^{KG200} = \underline{\underline{5.16 \frac{€}{a \cdot m^2} \triangleq 3\%}}$$

$$k_{an}^{KG300} = \underline{\underline{56.16 \frac{€}{a \cdot m^2} \triangleq 31\%}}$$

Die Gesamtannuität beträgt:

$$k_{an}^{total} = k_{an}^{KG100} + k_{an}^{KG200} + k_{an}^{KG300} + k_{an}^{KG400} = \underline{\underline{181.92 \frac{€}{a \cdot m^2} \triangleq 100\%}} \rightarrow 15 \frac{€}{Monat \cdot m^2}$$

Abb. 4.35 zeigt die Anteile der einzelnen Nutzungskosten an der Gesamtannuität.

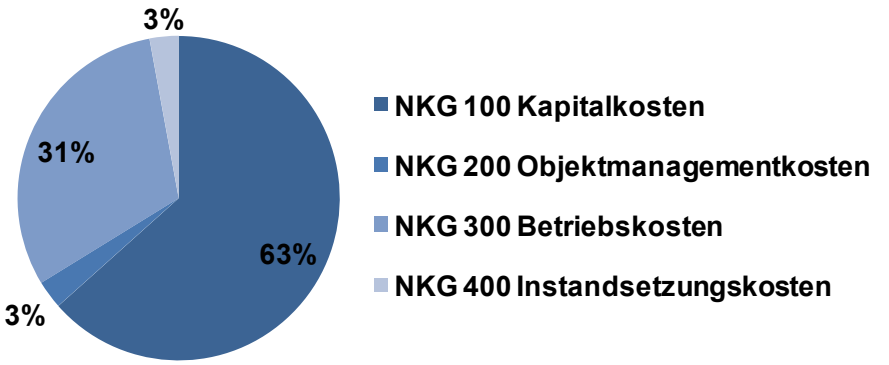


Abb. 4.35: Gesamtannuitätskosten (Vollkosten) – Bürogebäudeportfolio OSCAR 2008 (in Anlehnung an [96])

Der Investitionsannuität liegt die folgende initiale Investition zugrunde [96]:

$$K_0^{Init.} = k_{an}^{KG100} \cdot \frac{\left(1+\frac{p}{100}\right)^{50}-1}{\left(1+\frac{p}{100}\right)^{50}\cdot\frac{p}{100}} = 115.32 \cdot \frac{1.069^{50}-1}{1.069^{50}\cdot 0.069} = \underline{\underline{1612\,\frac{€}{m^2}}}$$

Der Gesamtkapitalwert der initialen Investition sowie der Gesamtannuitäten über eine Betrachtungsperiode von 36 Jahren beträgt:

$$\begin{aligned} K_{36}^{Gesamt} &= K_0^{Init.} \cdot \left(1+\frac{p}{100}\right)^{36} + \sum_{i=200}^{400} k_{an}^{KGi} \cdot \frac{\left(1+\frac{p}{100}\right)^{36}-1}{\frac{p}{100}} \\ &= 1612 \cdot 1.069^{36} + 5.16 \cdot \frac{(1.069)^{36}-1}{0.069} + \\ &= +56.16 \cdot \frac{(1.069)^{36}-1}{0.069} + 5.28 \cdot \frac{(1.069)^{36}-1}{0.069} = \\ &= \underline{\underline{27502.2244\,\frac{€}{m^2}}} \end{aligned}$$

Die Gesamtannuität auf Basis des Gesamtkapitalwertes K_{36}^{Gesamt} beträgt:

$$\begin{aligned} k_{an}^{Gesamt} &= K_{36}^{Gesamt} \cdot \frac{\frac{p}{100}}{\left(1+\frac{p}{100}\right)^{36}-1} = 27502.2244 \cdot \frac{0.069}{(1.069)^{36}-1} \\ &= \underline{\underline{188.90\,\frac{€}{a\cdot m^2}}} \rightarrow \sim 15\,\frac{€}{Monat\cdot m^2} \end{aligned}$$

Die Gesamtannuitäten der Fallbeispiele Bürogebäude Zürich (Abb. 4.28) und Bürogebäude OSCAR 2008 (Abb. 4.35) beinhalten die Anteile zur Deckung der verschiedenen Nutzungskosten. Die Gesamtannuität dient zur periodischen Deckung der aperiodischen Investitionen durch Abschreibungskosten und kalkulatorische Zinsen sowie der periodischen Ausgaben bzw. Kosten im Lebenszyklus eines Gebäudes.

Diskussion der Ergebnisse der beiden Fallbeispiele
In allen vier Nutzungskostengruppen lassen sich grundsätzlich Ansätze für die Bestandteile eines systemgeschäftlichen LC-Leistungsangebots finden:

- Kapitalkosten (NKG 100):
  Kapitalkosten beinhalten nach DIN 18960 insbesondere die kalkulatorische Abschreibung sowie die Verzinsung des zur Erstellung des Gebäudes investierten Kapitals. Die Investitionsannuitäten bilden die Kapitalkosten ab und beinhalten somit neben der kalkulatorischen Abschreibung auch die Kapitalverzinsung des investierten Kapitals. Gemäss der vorliegenden exemplarischen Auswertung ergeben die Investitionsannuitäten für Abschreibung und Verzinsung des investierten Kapitals (Kapitalkosten – NKG 100) einen Anteil von etwa 64 % bzw. 63 % bezogen auf die Vollkosten einer Büroimmobilie. Eine optimierende Einflussnahme auf die Kapitalkosten ist insbesondere über die Optimierung der Investitionskosten möglich. Der Optimierungsansatz, der bei den Investitionskosten ansetzt, entspricht grundsätzlich der Vorgehensweise in der traditionellen investitionskostenorientierten Projektabwicklung.
  Mehrinvestitionskosten zur Optimierung der Nutzungskosten verursachen einen kalkulatorischen Zusatzaufwand für Abschreibung und Zinsen. Beim dynamischen Vergleich verschiedener LC-Optimierungsvarianten mittels NPV- oder Kosten-Barwert-Methode [74] ist zu beachten, dass die Mehraufwendungen für die Optimierungsmassnahmen inklusive der entsprechenden Verzinsung gleich oder geringer sein müssen als das Einsparpotential dieser Optimierungsmassnahme in der Nutzungsphase. Anders ausgedrückt ist eine Optimierungsvariante dann als wirtschaftlich sinnvoll zu betrachten, wenn der diskontierte Gegenwartswert des Einsparpotentials in der Nutzungsphase $NPV^{Einspar}_{\Delta Nutzungskosten}$ grösser ist, als die Mehrinvestition $NPV_{\Delta Mehrinvestition}$ unter Berücksichtigung der im betrachteten Zeitraum anfallenden Kapitalzinsen.

In Anlehnung an das NPV-Differenzaxiom von GIRMSCHEID [108] kann deshalb die notwendige Bedingung formuliert werden:

$$NPV^{Einspar}_{\Delta Nutzungskosten} - NPV_{\Delta Mehrinvestition} > 0$$

- Objektmanagementkosten (NKG 200):
  Objektmanagementkosten beinhalten nach DIN 18960 im Wesentlichen die Kosten für die technischen, kaufmännischen und infrastrukturellen Managementleistungen eines Gebäudes. Die exemplarische Auswertung der beiden Fallbeispiele ergibt eine geringe Diskrepanz in den jeweiligen Anteilen der Objektmanagementkosten an den Vollkosten der Büroimmobilien. So betragen die Objektmanagementkosten beim Fallbeispiel Bürogebäude Zürich 7 % und beim Fallbeispiel OSCAR 2008 3 % der Vollkosten. Mangels genauerer Angaben kann über den Grund nur spekuliert werden. Eine mögliche Begründung ist ein mit der Nutzung des Gebäudes erklärbarer erhöhter Verwaltungsaufwand. Beiden Beispielen gemeinsam ist, dass die Objektmanagementkosten einen insgesamt vergleichsweise geringen Anteil ausmachen.

- Betriebskosten (NKG 300):
  Betriebskosten beinhalten nach DIN 18960 im Wesentlichen die Kosten der Ver- und Entsorgung, Reinigung und Pflege, Bedienung, Inspektion und Wartung eines Gebäudes. Auch in dieser Nutzungskostengruppe ergibt sich in der exemplarischen Auswertung eine Diskrepanz. Während das Fallbeispiel Zürcher Bürogebäude 21 % Betriebskosten verursacht, sind dies im Portfolio der Studie OSCAR 2008 31 %. Auch in diesem Fall kann über die Ursache mangels genauerer Angaben nur spekuliert werden. Eine mögliche Begründung kann im Alter des Gebäudeportfolios des Fallbeispiels OSCAR 2008 gesucht werden. Möglicherweise ist hier noch eine vergleichsweise energieineffiziente Haustechnik eingebaut, die neben einem vergleichsweise hohen Energieverbrauch auch hohe Kosten im Unterhalt verursacht. In beiden Fällen dominieren die Betriebskosten jedoch die in der Nutzungsphase anfallenden Kosten.

- Instandsetzungskosten (NKG 400):
  Die Instandsetzungskosten beinhalten im Wesentlichen die Kosten für Instandsetzung und Erneuerung der Baukonstruktion und der technischen Anlagen. Der Anteil der Instandsetzungskosten im Beispiel Bürogebäude Zürich an den Vollkosten beträgt 8 %, während der Anteil in der Studie OSCAR 3 % beträgt. Ohne genauere Kenntnis der Baukonstruktion und der technischen Gebäudeausrüstung insbesondere des Zürcher Bürogebäudes kann über einen Grund hierfür keine Vermutung

angestellt werden. Aus der Zusammensetzung der Vollkosten beider Beispiele kann die Aussage gemacht werden, dass die Instandsetzungskosten von Bürogebäuden ebenfalls einen vergleichsweise geringen Anteil an den Nutzungskosten von Gebäuden ausmachen.

Die Kapitalkosten NKG 100 sowie die Instandsetzungskosten NKG 400 werden bei Vermietung über die Nettomiete abgegolten.

Damit lassen sich aus den analysierten Beispielen zwei qualitative Aussagen ableiten:

- Die Nutzungskosten machen einen wesentlichen Anteil der Lebenszykluskosten eines Gebäudes aus (bei Bürogebäuden 36 %).
- Die Nutzungskosten werden von den Betriebskosten eines Gebäudes dominiert (ca. 80 % der Nutzungskosten).

Der Fokus der Lebenszykluskostenoptimierung sollte u.a. auf der lebenszyklusorientierten Optimierung der Investitions- und Betriebskosten liegen.

Eine nachhaltige Optimierung der Module und Teilsysteme eines Gebäudes setzt bei diesen Investitions- und Betriebskosten an und berücksichtigt dabei die kompletten Lebenszykluskosten der Module und Teilsysteme, die diese Betriebskosten verursachen. Durch die integrale Projektabwicklung über alle Lebenszyklusphasen (Planung, Erstellung und Betrieb / Nutzung) hinweg ist das Optimierungspotential entsprechender Leistungsangebote umso höher, je frühzeitiger die Leistungsanbieter in den Lebenszyklus eines Gebäudes eingebunden werden.

Im Folgenden werden die Unterkostengruppen der Nutzungskostengruppe NKG 300 (Betriebskosten) weiter analysiert, um die These zu untermauern, dass zukünftig ein wesentliches Optimierungspotential u. a. in den Energiekosten liegt, und zwar aufgrund der begrenzten Ressourcen und der weltweit steigenden Nachfrage.

4.2.7 Massgebliche Betriebskosten und ihre Unterkostengruppen

Die Betriebskosten (NKG 300) bestehen nach DIN 18960 [86] aus:

- Versorgung (NKG 310) mit den Kosten für die Versorgung eines Gebäudes mit Wasser, Energieträgern und sonstigen Medien
- Entsorgung (NKG 320) mit den Kosten für die Entsorgung von Abwasser sowie anfallenden Abfällen

- Reinigung und Pflege von Gebäuden (NKG 330) mit den Kosten für die Unterhaltsreinigung der Räume eines Gebäudes, der Glas- und Fassadenreinigung sowie der Reinigung technischer Anlagen
- Reinigung und Pflege von Aussenanlagen (NKG 340) mit den Kosten für die ausserhalb des Gebäudes anfallenden Reinigungs- und Pflegearbeiten
- Bedienung, Inspektion und Wartung (NKG 350) mit den Kosten für die Inspektion und Wartung der Baukonstruktionen, der technischen Anlagen, der Aussenanlagen und der Ausstattung von Gebäuden
- Sicherheits- und Überwachungsdienste (NKG 360) mit den Kosten für Kontrollen aufgrund öffentlich-rechtlicher Bestimmungen sowie für den Objekt- und Personenschutz
- Abgaben und Beiträge (NKG 370), die in der Nutzungsphase für Steuern, Versicherungsbeiträge und sonstige Abgaben und Beiträge anfallen
- sonstige Betriebskosten (NKG 390)

Der FM Monitor [94] analysiert seit 2002 jährlich den Facility Management Markt in der Schweiz. Ein Aspekt der Studie ist dabei die Ermittlung verschiedener Flächen- und Kostenkennzahlen von Immobilien in der Schweiz. Basis dieser Kennzahlen ist ein Objektportfolio aus etwa 1200 Objekten aus den Bereichen Handel und Verwaltung sowie Unterricht, Bildung und Forschung sowie weiteren Bereichen, für die jedoch keine Kostenkennzahlen ermittelt werden. Für die hier analysierte Fragestellung interessieren die Kostenkennzahlen der Betriebskosten der analysierten Gebäude aus dem Bereich Handel und Verwaltung. Abb. 4.36 zeigt exemplarisch die Zusammensetzung der Betriebskosten von Handels- und Verwaltungsgebäuden in der Schweiz im Jahr 2007.

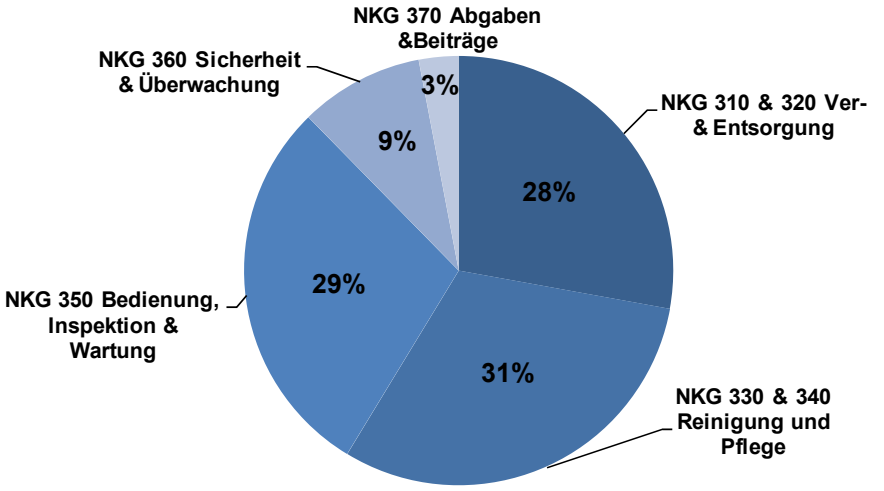


Abb. 4.36: Anteile der Betriebskostenarten NKG 310 bis NKG 370 der DIN 18960 an den Betriebskosten von Büroimmobilien in der Schweiz (in Anlehnung an [94])

Der FM Monitor 2007 identifiziert die Kosten für Ver- und Entsorgung (NKG 310 und 320) mit 28 %, die Reinigungskosten (NKG 330 und 340) mit 31 % sowie die Kosten für Bedienung, Inspektion und Wartung (NKG 350) mit 29 % als die massgeblichen Kostentreiber in den Betriebskosten (Abb. 4.36) [94]. Diese Nutzungskostengruppen stellen potentielle Ansatzpunkte für die modul- und teilsystemübergreifende Optimierung im Rahmen eines systemgeschäftlichen LC-Leistungsangebots für Bürogebäude dar.

Bezogen auf die Gesamtannuitätskosten betragen die Versorgungs- und Entsorgungskosten für Wasser und Energie derzeit (retrospektiv):

$$k^{W+E} = 0.31 \cdot 0.28 \cong 0.09 \triangleq 9\,\%$$

Dies ergibt sich aus der Tatsache, dass die Nutzungskostengruppe NKG 300 *Betriebskosten* ca. 31 % der Gesamtannuität darstellt (Abb. 4.35) und die Nutzungskostengruppe NKG 310 & 320 *Ver- und Entsorgungskosten* einen Anteil von ca. 28 % an den Betriebskosten haben. Diese retrospektiven 9 % der jährlichen Annuitätskosten eines Gebäudes scheinen auf den ersten Blick kostenmässig nicht sehr ins Gewicht zu fallen. Jedoch sei an dieser Stelle angemerkt, dass eine Senkung der Ver- und Entsorgungskosten für Wasser und Energie mit dem Ergebnis der Senkung der jährlichen Annuitätskosten um nur 1 % auch eine Steigerung der Rendite um 1 % bedeuten kann. In einem Markt mit geringen Margen und einer

üblichen Rendite im einstelligen Prozentbereich (6 bis 7 %) stellt dies eine nicht unerhebliche Renditesteigerung dar.

Vor dem Hintergrund exponentiell steigender Energiepreise ist jedoch das Potential zur prospektiven Renditesteigerung sogar noch wesentlich grösser: Durch die vorhersehbare Steigerung der Preise vor allem für fossile Energieträger steigt auch die Bedeutung der Betriebskosten für die Rendite eines Gebäudes. Deshalb werden auch die Einsparungen bei den Kosten für die Ver- und Entsorgung von Wasser und Energie zukünftig exponentiell steigende Auswirkungen haben, weil ihr kostenmässiges Gewicht zukünftig steigen wird.

So kann sich beispielsweise die Optimierung des energetischen Gebäudesystems bestehend aus HKL-System und Fassade positiv auf den Energieverbrauch und damit auf die Versorgungskosten und darüber hinaus auch auf die Reinigungskosten auswirken. Dies setzt ein entsprechend optimiertes Reinigungskonzept für die Fassade voraus.

Die Anteile der Unterkostengruppen an den Betriebskosten schwanken systemabhängig unter anderem in Abhängigkeit von der Art der Gebäudenutzung. Bei Gebäuden mit energieintensiver Nutzung ist der Anteil der Ver- und Entsorgungskosten naturgemäss höher. Hier ist der Hebel von energetischen Optimierungsmassnahmen grösser.

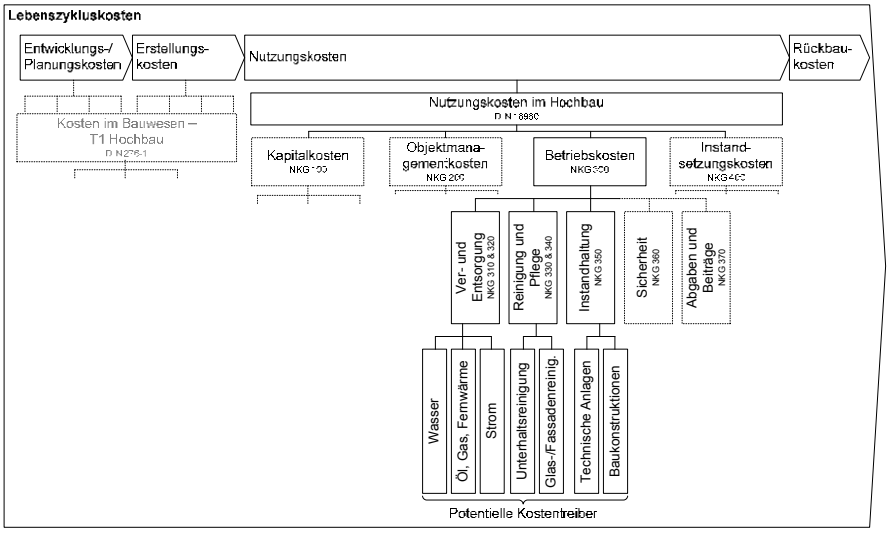


Abb. 4.37: Identifikation der potentiellen Kostentreiber im Lebenszyklus eines Gebäudes

Abb. 4.37 fasst die Identifikation der potentiellen Kostentreiber im Lebenszyklus eines Gebäudes zusammen. Danach ergeben sich die folgenden Kostenpositionen als die massgeblichen Kostentreiber im Lebenszyklus eines Gebäudes:

- Ver- und Entsorgung von Wasser (in NKG 310 & 320 enthalten)
- Öl, Gas und / oder Fernwärme zur Versorgung des HKL-Systems (in NKG 310 enthalten)
- Strom zur Versorgung elektrischer Systeme (in NKG 310 enthalten)
- Reinigung (in NKG 330 & 340 enthalten)
- Instandhaltung (Bedienung, Inspektion und Wartung) technischer Anlagen und der Baukonstruktionen (in NKG 350 enthalten)

4.2.8 Ziele und Gründe zur energetischen Optimierung von Gebäuden

Die vorgestellte retrospektive Analyse der Gebäude geht von den vergangenheitsbezogenen Energiepreisen und deren Verteilung in den letzten 36 Jahren aus. Die Energieversorgung der Gebäude bzw. des Gebäudeparks ist heute (im Jahr 2010) noch fast ausschliesslich auf fossile Energie ausgerichtet. Heute werden in der Schweiz ca. 50 % der fossilen Energie zur Heizung von Gebäuden verbraucht (Abb. 4.38). Zudem wird der Gesamtenergieverbrauch der Schweiz zu fast 80 % aus fossilen Energieträgern gedeckt (Abb. 4.39).

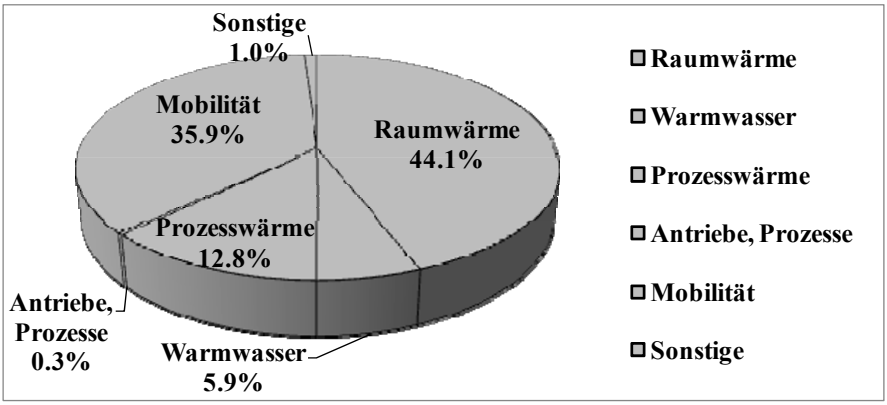


Abb. 4.38: Prozentualer Anteil der Verwendungszwecke von Treib- und Brennstoffen 2006 (in Anlehnung an [109])

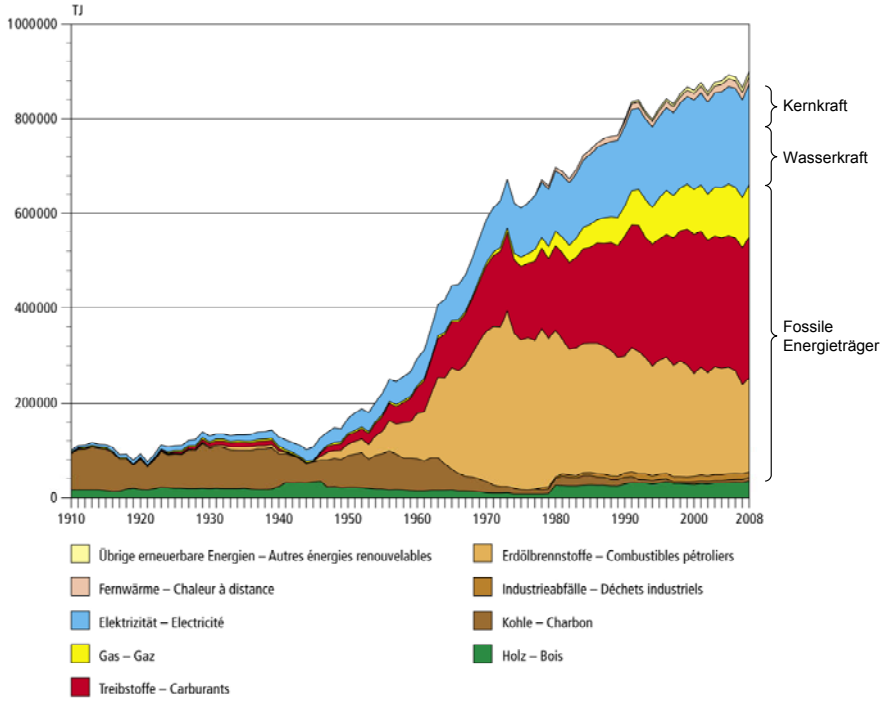


Abb. 4.39: Prozentualer Anteil verschiedener Energieträger am Gesamtenergieverbrauch in der Schweiz bis 2008 [109]

Durch den weiteren prognostizierten enormen Anstieg der Weltbevölkerung auf ca. 10 Mrd. Menschen und deren gleichzeitiges Streben nach besseren Lebensbedingungen und Wohlstand wird die Energienachfrage verglichen mit den letzten 10 Jahren exponentiell steigen. Die sich entwickelnden Länder und Entwicklungsländer streben nach dem Konsummodell unserer westlichen Gesellschaften (Abb. 4.40).

Gleichzeitig nehmen die Energie- und Förderreserven der gut erreichbaren Öl- und Gasvorkommen ab (Abb. 4.40) und darüber hinaus werden die jetzigen Förderländer ihre Förderung moderat drosseln, um in ihren Monoressourcen-Volkswirtschaften möglichst lange von hohen Energiepreisen zu profitieren. Es werden sicherlich noch neue Ölsandfelder und sehr tiefe Öl- und Gasreserven entdeckt werden, aber deren Förderung wird mit wesentlich höheren Risiken (Förderung aus Meerestiefen > 2000m) verbunden und kostenaufwendiger sein als bisher.

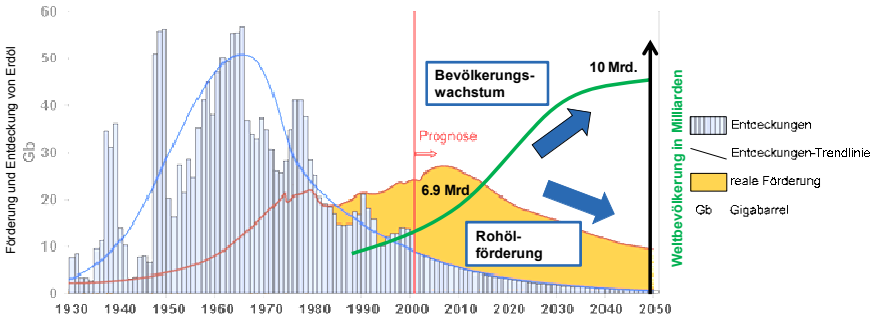


Abb. 4.40: Entwicklungsleitparameter - Erdölförderung und -entdeckung sowie Konsumsteigerung durch Erdbevölkerungswachstum (in Anlehnung an [109])

Damit wird der Preis für fossile Energieträger zweidimensional unter Druck geraten:

- einerseits durch die weltweite Konsumnachfragesteigerung und
- andererseits durch die abnehmenden Reserven.

Zudem wird der Finanzspekulationsdruck auf den Preis fossiler Energieträger als einem raren aber begehrten Produkt zu einer weiteren Verteuerung fossiler Energieträger führen.

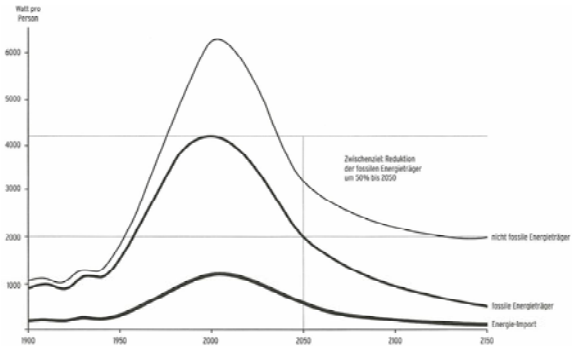
Somit werden die energiepreisbedingten Ver- und Entsorgungskosten zukünftig einen wesentlich höheren Anteil an den Betriebskosten haben und die Betriebskosten somit insgesamt erhöhen. Damit wird der Betriebskostenanteil von jetzt 31 % bezogen auf die Gesamtannuität exponentiell steigen.

Die prospektive, exponentielle Verteuerung fossiler Energieträger hat enorme volkswirtschaftliche Konsequenzen. Die bis heute wesentlich von fossilen Energieträgern abhängige Weltwirtschaft muss immer mehr volkswirtschaftlichen Mehrwert in den Kauf von Energie stecken. Damit bleibt immer weniger Mehrwert für Investitionen, Forschung und Konsum. Um die volkswirtschaftliche Wettbewerbsfähigkeit auch unter solchen weltwirtschaftlichen Rahmenbedingungen zu erhalten, streben vorausdenkende Länder nach einer geringeren Abhängigkeit von fossilen Energieträgern.

In der Schweiz haben vor allem die ETH Zürich und die Stadt Zürich die Ziele einer 2000-Watt-Gesellschaft geprägt (Abb. 4.41).

Das Problem in der Bauwirtschaft ist die relative lineare retrospektive Kostenentwicklung der Energiepreise, die immer noch als Grundlage für eine prospektive Kostenentwicklungsprognose für eine langlebige Immobilie dient. Immobilien, die heute gebaut werden, bestimmen das Kostenniveau von „morgen“, d. h. der Zukunft.

Heutige Wirtschaftlichkeitsanalysen müssen auf die schwer zu prognostizierende Energiepreisentwicklung ausgelegt werden. Die retrospektiven Ansätze aller energieabhängigen Kostengruppen führen zu „falschen“ Zielprioritäten in der Zukunft. Um die Preisentwicklung fossiler Energieträger zu antizipieren, müssen entsprechende Markt-Preis-Nachfrage-Modelle entwickelt werden.



Stromproduktion (in TWh) aus erneuerbaren Energiequellen

	2003	2050
Photovoltaik	0.017	5.7
Biomasse	0.78	3.8
Geothermie	-	2.1
Windenergie	0.005	1.2
Wasser Kleinkraftwerke	0.3	1.3
Wasser Grosskraftwerke	34.0	36.0
TOTAL	35.1	50.1

Wärmeproduktion (in TWh) aus erneuerbaren Energiequellen

	2003	2050
Wärmepumpen	1.4	11.3
Biomasse	5.2	7.2
Solarthermie	0.19	3.4
Geothermie	-	2.4
TOTAL	6.8	24.3

Abb. 4.41: Nachhaltigkeit – Politischer Absenkpfad der 2000-Watt-Gesellschaft [110]

Zudem wird die politische Schwerpunktbildung, wie die Absenkung des fossilen Energieniveaus erreicht werden soll, entscheidend die Szenarien bestimmen (Abb. 4.41).

Grundsätzlich kann festgestellt werden, dass durch bessere Passivierung des Gebäudeparks fossile Energieträger eingespart werden können, ohne dass dabei der Nutzungskomfort eingeschränkt werden muss.

Die dringlichste Problemstellung zur Nachhaltigkeit in Bezug auf terrestrische Ressourcen ist der absehbare drastische und unwiderrufliche Rückgang fossiler Energievorkommen und der Anstieg des CO_2-Ausstosses. Fossile Energieträger können nach der energetischen Nutzung nicht wiedergewonnen werden, sie sind endgültig verloren. Andere im Gebäudepark gebundene Ressourcen, wie z. B. Eisen, Kupfer und Gesteine können dagegen wiedergewonnen werden.

Daher müssen die Volkswirtschaften in den Bereichen

- Gebäude,
- industrielle Prozesse und
- Verkehr

auf weniger Energieverbrauch ausgelegt werden, um nicht zu grosse Kapitalwerte in den Kauf fossiler Energieträger zu binden.

Bei Gebäuden, gleichgültig ob es sich dabei um Neubau oder Instandsetzung und Erneuerung des bestehenden Gebäudeparks handelt, muss der Fokus verstärkt auf Passivierung, eigene regenerative Energiegewinnung und Nutzungsflexibilität gelegt werden, um zukünftige Nutzungsänderungen mit geringen Kosten umsetzen zu können.

Daher ist es unabdingbar, sich mit den Gebäudeteilsystemen und -modulen auseinanderzusetzen, deren projektspezifische Kombination zur energetischen lebenszyklusorientierten Kostenminimierung führt. Dies muss anhand einer szenarienorientierten Wirtschaftlichkeitsanalyse erfolgen. [74]

4.2.9 Zusammenfassung

Für die Umsetzung von Lebenszyklusleistungsangeboten im Hochbau gibt es zwei wichtige Motive:

- das Nachhaltigkeitsmotiv sowie
- das Wirtschaftlichkeitsmotiv.

In Bezug auf das *Nachhaltigkeitsmotiv* haben potentielle Kunden ein gesteigertes Interesse an der Nachhaltigkeit ihrer Immobilien. Diese Motivation ergibt sich aus der Überzeugung, dass sich die Nachhaltigkeit eines Gebäudes auch auf die langfristige Werthaltigkeit von Gebäuden auswirkt.

Die Nachhaltigkeit ihrer Immobilien verleiht Unternehmen auch ein nachhaltigeres Image insgesamt. Unternehmen können die Nachhaltigkeit ihrer Immobilien deshalb in entsprechenden Unternehmensnachhaltigkeitsreports darstellen.

Auch die Mechanismen an den Finanzmärkten verlangen von den an ihnen gehandelten Unternehmen den Nachweis ihrer Nachhaltigkeit aus verschiedenen Perspektiven (Produkte, Unternehmensprozesse, Immobilien etc.) Entsprechend ausgerichtete Unternehmen stellen so einen gewissen

Weitblick unter Beweis. Die mit Nachhaltigkeit verbundene langfristig strategische, ganzheitliche Sichtweise signalisiert potentiellen Unternehmensinvestoren Seriosität in der strategischen Planung und die damit verbundene Sicherheit ihrer Investitionen.

Das Nachhaltigkeitsmotiv ist in der Mitte der Gesellschaft angekommen und wird von langfristigen Wirtschaftlichkeitsüberlegungen getragen. Deshalb lässt es sich nicht streng vom Wirtschaftlichkeitsmotiv trennen.

Das *Wirtschaftlichkeitsmotiv* beschreibt das Streben nach Werterhaltung bzw. Wertsteigerung und höherer Rendite von Investitionen in Immobilien. Aus diesem Grunde setzt ein Lebenszyklusleistungsangebot an den dargestellten Kostentreibern im Lebenszyklus von Gebäuden zur Sicherung der Nachhaltigkeit an. Dabei muss die Wirtschaftlichkeit einer Optimierungsmassnahme im Gesamtlebenszyklus betrachtet werden. Demnach ist eine Optimierungsmassnahme nur dann wirtschaftlich sinnvoll, wenn die durch die Optimierung bei gleichzeitigem Werterhalt verursachten Einsparungen grösser (oder mindestens gleich) sind als die Mehrinvestitionskosten inklusive entsprechend anfallender Zinsen.

Auch wenn das retrospektive wirtschaftliche Optimierungspotential auf den ersten Blick auf die Gesamtlebenszykluskosten bezogen klein erscheint, so ist zu beachten, dass jeder Prozentpunkt eingesparter Kosten die Renditen in der Immobilienwirtschaft um eben diesen Prozentpunkt erhöht. Alternativ können Kosteneinsparungen bei den Nutzungskosten als Wettbewerbsvorteil in hart umkämpften Immobilienmärkten eingesetzt werden. Denn gerade im Hinblick auf die prospektiv steigenden Energiekosten und die erhöhten Anforderungen an den Nutzungskomfort in Gebäuden werden potentielle Gebäudenutzer ihre Miet- und Investitionsentscheide auch von der Höhe der zukünftigen Nebenkosten im Kontext exponentiell steigender Preise für fossile Energieträger abhängig machen.

Insbesondere bei den Energiekosten verbinden sich das Nachhaltigkeits- und das Wirtschaftlichkeitsmotiv. Entsprechende Optimierungsmassnahmen im Gesamtsystem lassen sich mit dem Nachhaltigkeits- und dem Wirtschaftlichkeitsmotiv begründen. Dabei sollte der mit dem Nachhaltigkeitsmotiv begründete Nutzen auch positiv in die Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen mit einfliessen. Mögliche Ansätze zur Bewertung der Nachhaltigkeit von Immobilien bieten die Zertifizierungssysteme für verschiedene Grundkonzepte energetisch optimierter Gebäude (z. B. BREEAM, Passivhausstandard, Minergie, LEED und DGNB), in denen die Green Building-Prinzipien bzw. die Nachhaltigkeit der Gebäude (ökologisch, ökonomisch, sozial) messbar gemacht wird.

Mit Bezug zu den beiden Motiven *Nachhaltigkeit* und *Wirtschaftlichkeit* sollen die den LC-Kostentreibern von Gebäuden zuordbaren Module und Teilsysteme eines Bauwerks deshalb im Rahmen eines Lebenszyklusleistungsangebotes entlang der Wertschöpfungskette zu komplexen, interaktiven integrierten bzw. vernetzten Teilsystemen des Gesamtsystems „Lebenszyklusorientiertes Gebäude“ gebündelt werden.

4.3 LC-NPV-Wirtschaftlichkeitsanalysemodell – Entscheidungshilfe zur Auswahl alternativer baulicher Lösungen sowie PPP-Beschaffungsprojekten

Das „Life Cycle Net Present Value" (LC-NPV)-Wirtschaftlichkeitsanalysemodell dient als Entscheidungshilfe für die Auswahl alternativer baulicher Lösungen sowie PPP-Beschaffungsprojekten.
Das Marktrisiko einer Investition in bauliche Anlagen steht bei den Investoren und Bauherren im Vordergrund. Vermehrt wird deshalb an die Bauwirtschaft die Forderung gestellt, das technologisch bedingte Kostenrisiko einer Investition zu tragen. Eine „faire" Risikoteilung berücksichtigt momentan aber nur die Planungs- und Erstellungskosten des Bauwerks.

Um als Bauherr / Investor eine gesicherte Entscheidung zur optimalen Projektauswahl bzw. Wahl der Projektabwicklungsform (Public Private Partnerhip oder Eigenleistung der öffentlichen Hand) treffen zu können, ist es erforderlich, die im gesamten Lebenszyklus einer bauliche Anlage anfallenden Kosten zu betrachten.

Professionelle Investoren und Bauherren werden daher zur Sicherstellung nachhaltiger Kostensicherheit von Unternehmen der Bauwirtschaft Lebenszykluskostengarantien bzw. Lebenszyklus-Performance-Garantien verlangen. Auch moderne innovative Unternehmen der Bauwirtschaft werden versuchen, sich durch Lebenszyklusangebote in spezifischen Markt- und Kundensegmenten zu differenzieren [111], da bisher bauliche Anlagen nur auf Investitionskosten optimiert werden, ohne Optimierung der sich über die Nutzungszeit potenzierenden Nutzungs- bzw. Betriebskosten (Abb. 4.42).

Programme zur Berechnung der Lebenszykluskosten von Gebäuden existieren bereits seit einigen Jahren.

Als Beispiel hierzu sei das Programm „Building Life Cycle Cost Program" (BLCC) [117] herausgegriffen, dessen erste Version bereits 1987 im Auftrag des U.S. Department of Energy entwickelt wurde. Auch US-Bundesstaaten wie z.B. Alaska und Iowa sowie Kanada besitzen Handbücher und Richtlinien, die meist ähnliche Vorlagen oder zumindest Arbeitsblätter enthalten.

Zudem bieten private EDV-Programmanbieter integrale Programmpakete [125], [126] an.

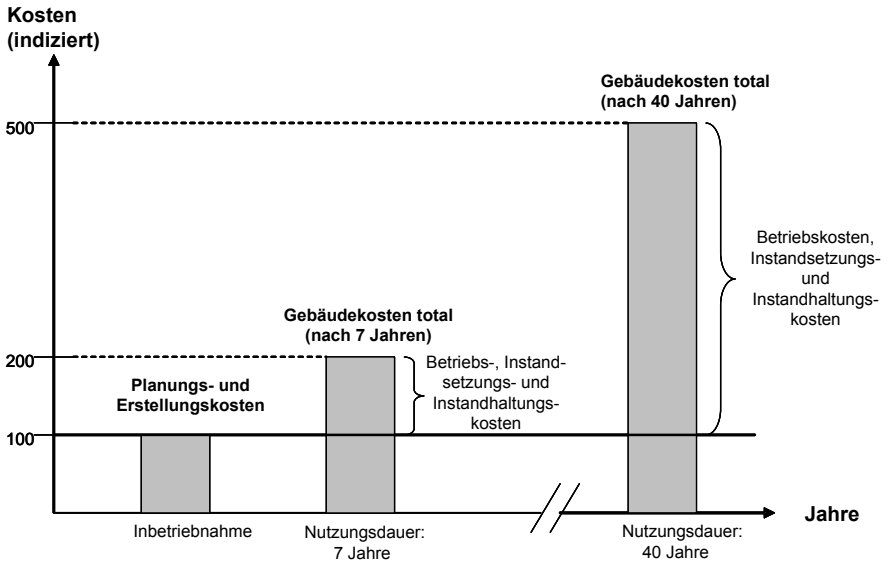


Abb. 4.42: Lebenszykluskosten eines Gebäudes [97]

Das hier vorgestellte LC-NPV-Modell stellt eine probabilistische, dynamische Wirtschaftlichkeitsanalyse dar, die den kompletten Lebenszyklus einer baulichen Anlage unter Beachtung des Restwerts der alternativen baulichen Lösungen betrachtet und somit dem Bauherrn / Investor eine fundierte und nachhaltige Entscheidung zur Projektauswahl bzw. Wahl der Projektabwicklungsform (Eigenleistung der öffentlichen Hand oder PPP) ermöglicht.

Das Modell basiert auf dem Vergleich von alternativen baulichen Lösungen; als Entscheidungsgrundlage dazu wird

- das ökonomische Minimalprinzip bei reiner Ausgabenbetrachtung bzw. das Maximalprinzip bei Ein- und Ausgabenbetrachtung,
- das dynamische Investitionsparadigma mit Discounted Cash Flow (NPV)

angewandt.

In diesem LC-NPV-Modell werden

1. die inhaltlichen und zeitlichen Systembegrenzungen klar definiert,
2. die unterschiedlichen Instandsetzungs- und Erneuerungszyklen von Bauteilen und Bauelementen differenziert,

3. die Unsicherheiten zukünftiger Zahlungsströme, Ausgaben- / Einnahmenentwicklung sowie Geldwertentwicklung durch probabilistische Ansätze berücksichtigt,
4. die Ausgabenentwicklung an die Basiselemente der volkswirtschaftlichen Teuerung (Lohn, Material etc.) gekoppelt,
5. die LC-NPV-Analyse mittels Monte-Carlo-Simulation (MCS) durchgeführt.

Da die Ausgaben- und Einnahmenentwicklung für so lange Zeiträume nur relativ genau vorhergesagt werden kann, müssen von Experten Annahmen getroffen werden [120], die dann meist in Bandbreiten vorliegen.

Die LC-NPV-Analyse bzw. LCC-Analyse (Life Cycle Cost Analysis) sollte in den in Abb**.** 4.43 dargestellten Projektphasen durchgeführt werden. Dadurch erhält man eine sich stetig verbessernde Entscheidungsbasis, die mit der wachsenden Informationsverdichtung in den Projektphasen zunimmt.

Dabei verringert sich der Unsicherheitsgrad bezüglich der Baukosten und Nutzungs- / Betriebskosten aufgrund der Konkretisierung der sich fortentwickelnden Planung innerhalb der Projektphasen.

Die Unsicherheiten in den Baukosten verringern sich bis zur Ausführung auf eine geringe Streubreite; hingegen verbleibt bei den Betriebskosten aufgrund des langfristigen Prozesszeitraums eine höhere Unsicherheit (Abb**.** 4.43).

Neben dieser Entwicklung, die von dem Konkretisierungsgrad der Projektziele abhängt, existiert auch noch die direkt zeitabhängige Kostenentwicklung. So muss man bei lang dauernden Projekten den Baupreisindex berücksichtigen [127].

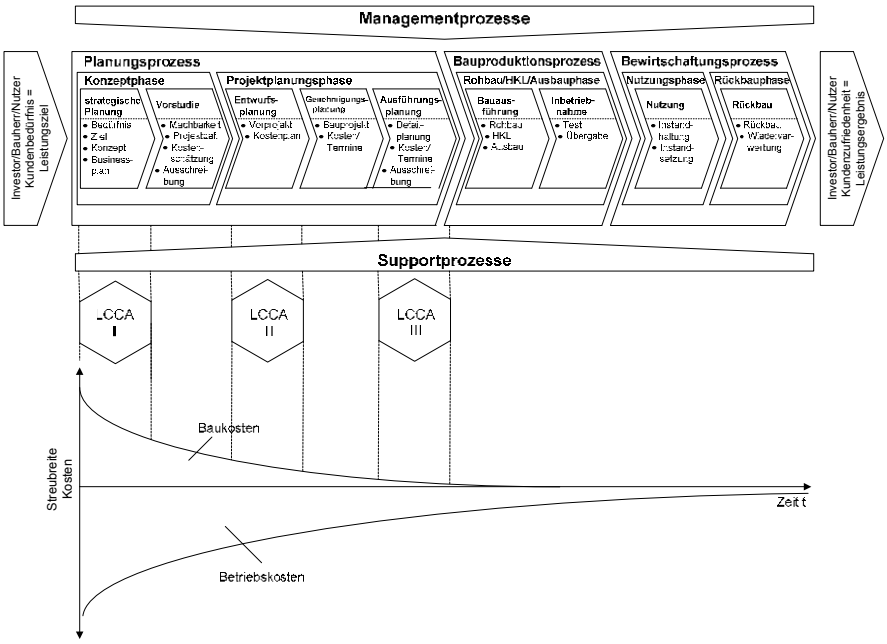


Abb. 4.43: LCC-Analyse in verschiedenen Projektphasen und ihr Genauigkeitsgrad

Die Entwicklung z.B. der Grundstückskosten ist bei einer LCCA im Allgemeinen zeitunabhängig, da in der Regel die Kosten des Grundstücks bekannt sind und bis zum Zeitpunkt der Inbetriebnahme der baulichen Anlage nur verzinst werden müssen.

Systemkonfiguration

Jedes vergleichende Wirtschaftlichkeitsmodell muss mittels Systemtheorie in seine inhaltlichen und zeitlichen Strukturen und Interaktionen gegliedert werden.

Die inhaltliche Abgrenzung gliedert sich in:

- Methode: Net Present Value (NPV) auf der Basis des Cashflows bzw. Cash Drains oder Kosten-Barwert (K-BW) auf der Basis der Vollkostenrechnung
- Struktur: Ausgaben- bzw. Kostenstrukturgliederung, z.B. gemäss [44], [46], [47]

Die NPV- und K-BW-Methoden sind gleichwertig. Bei der NPV-Methode werden nur Ausgaben und Einnahmen zum Zeitpunkt ihres Auftretens berücksichtigt [131]. Bei der K-BW-Methode werden nur Kosten und deren kalkulatorische Abschreibungen berücksichtigt [131]. Wenn die Ausgaben für Lohn, Material und Fremdleistungen zeitnah zu den Leistungen liegen, sind sie identisch mit den Kosten. Jedoch wird bei Investitionen bei der Vollkostenrechnung nicht die Ausgabe berücksichtigt, sondern die Abschreibung und die kalkulatorischen Zinsen des jeweiligen Restabschreibungsbetrags aus der Vorperiode [131].

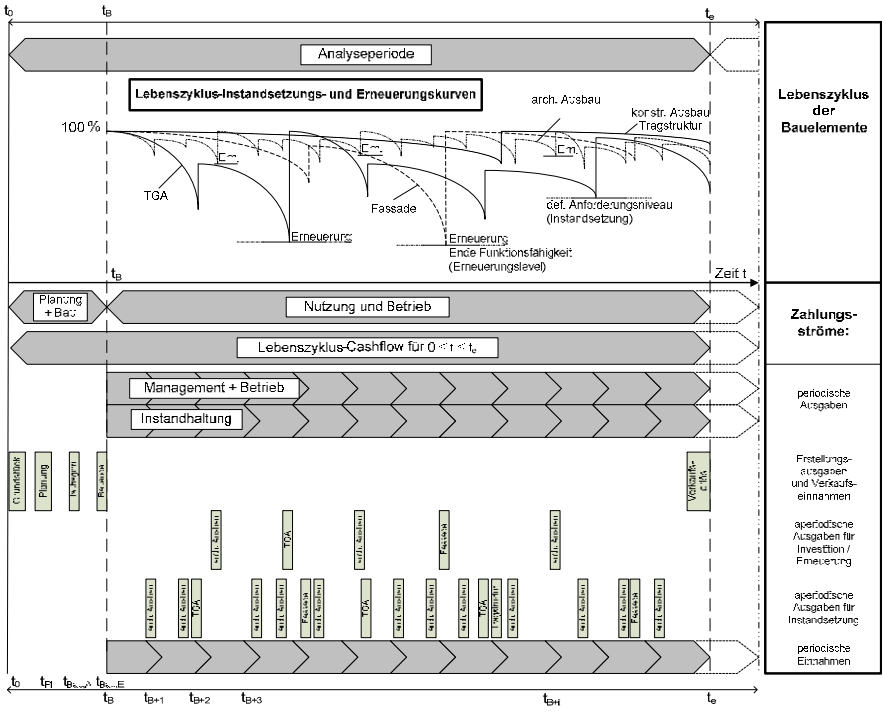


Abb. 4.44: LC-NPV-Modell für die Beurteilung alternativer baulicher Lösungen

In diesem Buch wird die NPV-Methode auf der Basis von Ausgaben-Einnahmen vorgestellt. Das LC-NPV-Modell ist unabhängig von Normen und muss sich an den Hauptausgabengruppen einer Immobilie bzw. Infrastruktur während ihrer Lebensphasen orientieren. Zur Hilfestellung und zum einheitlichen Vorgehen gibt es in vielen Ländern Kostenstrukturgliederungen für Planung und Bau [44], [46] sowie Nutzung und Betrieb von Gebäuden [47], die für das Facility Management weiter in Leistungsbeschreibungen gegliedert werden [48], [49]. Zudem bieten Arbeitshilfen Hinweise

auf die Lebensdauer von Gebäuden und Bauteilen [125]. Die zeitliche Abgrenzung muss für alle untersuchten Varianten gleich sein. Dabei ist es wichtig, den Restwert als Einnahme jeder Variante, bezogen auf das Ende des Betrachtungszeitpunkts, unter Beachtung möglicher unterschiedlicher Lebensdauerkurven der gewählten baulichen Lösungen und Bauelemente zu bewerten (Abb**.** 4.44). Man muss also das bauliche System am Anfang kaufen und am Ende verkaufen, damit man die Varianten wirklich vergleichen kann; andernfalls bleibt der Wirtschaftlichkeitsvergleich unvollständig, da beim Vergleich der Varianten unterschiedliche Restwerte aufgrund unterschiedlicher Restlebensdauern im Analysezeitraum nicht berücksichtigt werden. Abb**.** 4.44 zeigt die wichtigsten qualitativen und zeitlichen Elemente der LC-NPV-Analyse.

Zur mathematischen Modellierung wird die Net-Present-Value- bzw. Kosten-Barwert-Methode herangezogen. Diese berücksichtigt den Geldzeitwert bzw. Gegenwartswert von Zahlungsströmen z.B. von zwei baulichen Alternativen a und b

$$\{C_{a,k}\} = \{C_{a,0}; C_{a,1}; \ldots; C_{a,n}\} = \{E_{a,0}; E_{a,1}; \ldots E_{a,n}\} - \{A_{a,0}; A_{a,1}; \ldots A_{a,n}\}$$
$$\{C_{b,k}\} = \{C_{b,0}; C_{b,1}; \ldots; C_{b,n}\} = \{E_{b,k}\} - \{A_{b,k}\}$$

zu den Zeitpunkten

$$\{t_{y,k}\} = \{t_{y,0}; t_{y,1}; \ldots; t_{y,n}\} \quad mit \quad \{0 \le t_{y,k} \le t_e \mid y = a \vee y = b\}$$

bezogen auf einen Betrachtungszeitpunkt t_B unter Beachtung von Teuerung und Verzinsung durch Diskontierung. Dadurch wird sichergestellt, dass Zahlungen zu unterschiedlichen Zeitpunkten wie folgt berücksichtigt werden: „A Dollar today is worth more than a dollar in ten years time.“ [116].

$C_{a,k}$: Saldo aus Ausgaben und Einnahmen bei der baulichen Alternative a

$C_{b,k}$: Saldo aus Ausgaben und Einnahmen bei der baulichen Alternative b

$E_{a,n}$: Einnahmen bei der baulichen Alternative a im Jahr n

$E_{b,k}$: Einnahmen bei der baulichen Alternative b

$A_{a,n}$: Ausgaben bei der baulichen Alternative a im Jahr n

$A_{b,k}$: Ausgaben bei der baulichen Alternative b

a, b : Index für bauliche Alternative a bzw. b

$t_{y,k}$: Zeitpunkt der Zahlungsströme (Einnahmen / Ausgaben) der baulichen Alternativen a bzw. b

y: Index der baulichen Alternative a bzw. b

k: Laufindex

Die Zahlungsströme können gemäss Abb. 4.44 wie folgt allgemein in einer Grobgliederung der periodischen und aperiodischen Ein- und Ausgaben definiert werden:

$$C_{\chi,t}\Big|_{t=1}^{n} = E_t\Big|_{t=1}^{n} - A_t\Big|_{t=1}^{n} + \left\{ \begin{array}{l} E_t^E \,\Big|\, E_t^{\,E} = E_{\omega_j}^E \quad \text{für } t = \{\omega_j\} = (\omega_1;..;\omega_{m_1}) \\ \qquad\qquad \vee \;\; E_t^{\,E} = 0 \;\; \text{für } t \neq \{\omega_j\} \end{array} \right\}$$

$$- \left\{ \begin{array}{l} A_t^{Inst,\nu} \,\Big|\, A_t^{Inst,\nu} = A_{\psi_k}^{Inst,\nu} \text{für } t = \{\psi_k\} = (\psi_1;..;\psi_{m_2}) \\ \qquad\qquad \vee A_t^{Inst,\nu} = 0 \;\; \text{für } t \neq \{\psi_k\} \end{array} \right\}$$

$$- \left\{ \begin{array}{l} A_t^{Ern,\nu} \,\Big|\, A_t^{Ern,\nu} = A_{\varphi_l}^{Ern,\nu} \text{für } t = \{\varphi_l\} = (\varphi_1;...;\varphi_{m_3}) \\ \qquad\qquad \vee A_t^{Ern,\nu} = 0 \;\; \text{für } t \neq \{\varphi_l\} \end{array} \right\}$$

$C_{\chi,t}\Big|_{t=1}^{n}$: Zahlungsströme einer baulichen Lösung χ über die Laufzeit t=1 bis t=n

$E_t\Big|_{t=1}^{n}$: periodische Einnahmen über die Laufzeit t=1 bis t=n

$A_t\Big|_{t=1}^{n}$: periodische Ausgaben über die Laufzeit t=1 bis t=n

$E_t^{\,E}$: Einnahmen aus einmaligen Ereignissen im Jahr t= ω_j mit $1 \leq j \leq m_1$ Ereignissen

$A_t^{Inst,\nu}$: aperiodische Ausgaben für Instandhaltung im Jahr t= ψ_k mit $1 \leq k \leq m_2$ Instandhaltungen des Bauelements ν

$A_t^{Ern,\nu}$: aperiodische Ausgaben für Erneuerung im Jahr t= φ_l mit $1 \leq l \leq m_3$ Erneuerungen des Bauelements ν

t: Laufzeitindex

ω_j: Zeitpunkt (Jahr) der Einnahmen aus dem einmaligen Ereignis j

ψ_k: Zeitpunkt (Jahr) der aperiodischen Ausgaben für Instandhaltung k

φ_l : Zeitpunkt (Jahr) der aperiodischen Ausgaben für Erneuerung l

ν : Index der Bauelemente

j : Laufindex der einmaligen Ereignisse über die Laufzeit

k : Laufindex der Anzahl der Instandhaltungen über die Laufzeit

l : Laufindex der Anzahl der Erneuerungen über die Laufzeit

m_1 : Anzahl der einmaligen Ereignisse

m_2 : Anzahl der Instandhaltungen

m_3 : Anzahl der Erneuerungen

Der Net Present Value / Barwert einer baulichen Lösung χ bezogen auf den Zeitpunkt t_B (Betrachtungszeitpunkt) ist:

$$NPV_{\chi,t_B} = \sum_{t=1}^{n} C_{\chi,t} \frac{1}{(1+q)^{(t-t_B)}}$$

Das Net-Present-Value-Entscheidungsaxiom nach dem ökonomischen Maximalprinzip bezogen auf die Einnahmen und Ausgaben zwischen m baulichen Lösungen χ lautet:

$$E - NPV_{t_B}^{\max} = Max(NPV_{\chi})\Big|_{\chi=1}^{\chi=m} \; mit \; (1 \le \chi \le m)$$

$C_{\chi,t}$: Zahlungsströme einer baulichen Lösung χ über die Laufzeit t=1 bis t=n

NPV_{χ,t_B} : Net Present Value der baulichen Lösung χ bezogen auf den Zeitpunkt t_B

t_B : Referenz- / Bezugszeitpunkt der Betrachtung

n : letztes Jahr des Betrachtungszeitraums

q : Diskontierungszinssatz

$E - NPV_{t_B}^{\max}$: grösster einnahmenbezogener Net Present Value bezogen auf den Zeitpunkt t_B

Bei reiner Ausgabenbetrachtung mehrerer baulicher Lösungen mit gleicher Nutzenstiftung, z.B. gleichen Mieteinnahmen, kann man den Zahlungsstrom bzw. Ausgabenstrom wie folgt definieren:

$$C_{\chi,t}\Big|_{t=1}^{n} = A_t\Big|_{t=1}^{n} + \left\{ \begin{array}{l} A_t^{Inst,\nu} \Big| A_t^{Inst,\nu} = A_{\psi_j}^{Inst,\nu} \;\; für \;\; t = \{\psi_k\} = (\psi_1;\ldots;\psi_{m_2}) \\ \qquad\qquad \vee A_t^{Inst,\nu} = 0 \;\; für\, t \neq \{\psi_k\} \end{array} \right\}$$

$$+ \left\{ \begin{array}{l} A_t^{Ern,\nu} \Big| A_t^{Ern,\nu} = A_{\varphi_k}^{Ern,\nu} \;\; für \;\; t = \{\varphi_l\} = (\varphi_1;\ldots;\varphi_{m_3}) \\ \qquad\qquad \vee A_t^{Ern,\nu} = 0 \;\; für\, t \neq \{\varphi_l\} \end{array} \right\}$$

$$- \left\{ E_t^{Rest} \Big| E_t^{Rest} = E_{t_e}^{Rest} \, für \;\; t = t_e \vee E_t^{Rest} = 0 \, für\, t \neq t_e \right\}$$

$A_t\big|_{t=1}^{n}$: periodische Ausgaben über die Laufzeit t=1 bis t=n

$A_t^{Inst,\nu}$: aperiodische Ausgaben für Instandhaltung im Jahr t=ψ_k mit $1 \leq k \leq m_2$ Instandhaltungen des Bauelements ν

$A_t^{Ern,\nu}$: aperiodische Ausgaben für Erneuerung im Jahr t=φ_l mit $1 \leq l \leq m_3$ Erneuerungen des Bauelements ν

E_t^{Rest}: Restwert des Objekts am Ende der Laufzeit (entspricht E_t^{E})

Daraus kann man das Net-Present-Value-Entscheidungsaxiom nach dem Minimalprinzip bezogen auf die Ausgaben wie folgt definieren:

$$A - NPV_{t_B}^{\min} = Min\left(NPV_{\chi}\right)\Big|_{\chi=1}^{\chi=m} \;\; mit \;\; (1 \leq \chi \leq m)$$

$A - NPV_{t_B}^{\min}$: kleinster ausgabenbezogener Net Present Value zum Zeitpunkt t_B

Ein- und Ausgabenansätze

Die Zahlungsströme mit

$$\{C_{\chi,t}\} = \left\{E_t; A_t; A_t^{Inst,\nu}; A_t^{Ern,\nu}; E_{t=m}^{Rest}\right\}$$

werden unterteilt in die (Abb. 4.45):

- Konzeptions-, Planungs- und Bauzahlungsströme
- Nutzungs-, Betriebs-, Unterhalts- und Instandsetzungs- sowie Erneuerungszahlungsströme
- Restwert (Verkaufserlös) am Ende des Betrachtungszeitraums

Die Zahlungsströme der Konzept-, Planungs- und Bauphase können nach [44], [46] in verschiedene Detaillierungsstufen gegliedert werden; im Folgenden werden nur die Hauptgruppen für eine Lösungsvariante χ dargestellt:

Grundstücksausgaben:

$$A_{\chi,t}^{Gr} = A_{t_0}^{Gr} \quad für\, t = t_0$$

Planungs- und Beratungsausgaben:

$$A_{\chi,t}^{Pl} = \left(A_t^{Mgt} + A_t^{Vorb} + A_t^{HOAI} + A_t^{Berater} + A_t^{Gen} + A_t^{Fin-Pl}\right)\Big|_{\chi}$$

$$für\, t = t_{Pl} \quad mit\,(t_0 = 0 \le t_{Pl} \le t_{Bau}^{Beginn})$$

$A_{\chi,t}^{Gr}$: Ausgaben für den Erwerb des Grundstücks

$A_{\chi,t}^{Pl}$: Planungs- und Beratungsausgaben bei der baulichen Lösung χ im Jahr t

A_t^{Mgt}: Ausgaben für Management im Jahr t

A_t^{Vorb}: Ausgaben für Vorbereitung der Objektplanung im Jahr t

A_t^{HOAI}: Ausgaben für die Bearbeitung der in der HOAI beschriebenen Leistungen im Jahr t

$A_t^{Berater}$: Ausgaben für Gutachten und beratende Leistungen im Jahr t

A_t^{Gen}: Ausgaben Prüfungen, Genehmigungen, Abnahmen

A_t^{Fin-Pl}: Ausgaben für die Finanzierungsplanung im Jahr t

t_{Pl}: Zeitpunkt des Anfalls der Planungs- und Beratungsausgaben

t_{Bau}^{Beginn}: Zeitpunkt zu Beginn der Baurealisierung

Baurealisierungsausgaben:

$$A_{\chi,t}^{Bau} = \left(A_t^{Gr-Vorb} + A_t^{Roh} + A_t^{Tech} + A_t^{Ausbau,ext} + A_t^{Ausbau,\text{int}} \right)\Big|_{\chi}$$

$$für\ t = t_{Bau} \quad mit \left(t_{Bau}^{Beginn} \le t_{Bau} \le t_{Bau}^{Ende} \right)$$

$A_{\chi,t}^{Bau}$: Baurealisierungsausgaben bei der baulichen Lösung χ im Jahr t

$A_t^{Gr-Vorb}$: Ausgaben für vorbereitende Massnahmen zur Bebauung des Grundstücks bei der baulichen Lösung χ im Jahr t

A_t^{Roh}: Ausgaben für die Erstellung des Bauwerks - Rohbau im Jahr t

A_t^{Tech}: Ausgaben für technische Anlagen oder Anlagenteile im Jahr t

$A_t^{Ausbau,ext}$: Ausgaben für die Aussenanlagen (Gelände- und Verkehrsflächen, Baukonstruktionen und technische Anlagen ausserhalb des Bauwerks) im Jahr t

$A_t^{Ausbau,\text{int}}$: Ausgaben für den internen Ausbau (Ausstattung) im Jahr t

t_{Bau}: Zeitpunkt des Anfalls der Baurealisierungsausgaben

t_{Bau}^{Beginn}: Zeitpunkt zu Beginn der Baurealisierung

t_{Bau}^{Ende}: Zeitpunkt zu Ende der Baurealisierung

Die Zahlungsströme in der Nutzungs- und Betriebsphase können nach [47] gegliedert werden. Die Feingliederung kann gemäss [48], [49] detailliert werden. Im Folgenden werden nur die Hauptgruppen für eine Lösungsvariante χ dargestellt:

Periodische Ausgaben:

$$A_{\chi,t}^{Nutz} = A_{\chi,t}^{Obj-Mgt} + A_{\chi,t}^{Betr} + A_{\chi,t}^{Unterh}$$

$$A_{\chi,t}^{Betr} = A_{\chi,t}^{Bedien} + A_{\chi,t}^{Insp} + A_{\chi,t}^{Wart} + A_{\chi,t}^{Vers-Ent} + A_{\chi,t}^{\text{Re}in} + A_{\chi,t}^{Sicher}$$

$$A_{\chi,t}^{Unterh} = A_{\chi,t}^{Roh-U} + A_{\chi,t}^{Tech-U} + A_{\chi,t}^{Ausbau-U}$$

$$für \quad t_B \le t \le t_e$$

Anmerkung: Es wurden keine periodischen Ausgaben für Zinsen angesetzt, da es sich hier um eine reine Ausgabenbetrachtung handelt, bei der die Planungs- und Erstellungsausgaben bereits berücksichtigt wurden.

$A_{\chi,t}^{Nutz}$: Ausgaben für Nutzung der baulichen Lösung χ im Jahr t

$A_{\chi,t}^{Obj-Mgt}$: Ausgaben für Fremd- und Eigenleistungen der zur Verwaltung der baulichen Lösung χ erforderlichen Arbeitskräfte und Einrichtungen im Jahr t

$A_{\chi,t}^{Betr}$: Betriebsausgaben (durch den bestimmungsgemässen Gebrauch des Gebäudes, der Anlagen, Einrichtungen und des Grundstücks laufend entstehende Ausgaben) bei der baulichen Lösung χ im Jahr t

$A_{\chi,t}^{Unterh}$: Ausgaben für den Unterhalt der baulichen Lösung χ im Jahr t

$A_{\chi,t}^{Bedien}$: Ausgaben für die Bedienung der technischen Anlagen der baulichen Lösung χ im Jahr t

$A_{\chi,t}^{Insp}$: Ausgaben für Inspektion der Baukonstruktion und der technischen Anlagen der baulichen Lösung χ im Jahr t

$A_{\chi,t}^{Wart}$: Ausgaben für Wartung der Baukonstruktion und der technischen Anlagen der baulichen Lösung χ im Jahr t

$A_{\chi,t}^{Vers-Ent}$: Ausgaben für Ver- und Entsorgung der baulichen Lösung χ im Jahr t

$A_{\chi,t}^{Rein}$: Ausgaben für Reinigung und Pflege der baulichen Lösung χ im Jahr t

$A_{\chi,t}^{Sicher}$: Ausgaben für Kontroll- und Sicherheitsdienste der baulichen Lösung χ im Jahr t

$A_{\chi,t}^{Roh-U}$: Ausgaben für den baulichen Unterhalt (Baukonstruktion) der baulichen Lösung χ im Jahr t

$A_{\chi,t}^{Tech-U}$: Ausgaben für den betrieblichen Unterhalt (technische Anlagen) der baulichen Lösung χ im Jahr t

$A_{\chi,t}^{Ausbau-U}$: Ausgaben für den Unterhalt des internen und externen Ausbaus der baulichen Lösung χ im Jahr t

t_B: Zeitpunkt zu Beginn der Nutzungsphase

t_e: Zeitpunkt zu Ende der Nutzungsphase

Aperiodische Ausgaben:

$$A_{\chi,t}^{Inst,\nu} = A_{\chi,t}^{Inst-Pl,\nu} + A_{\chi,t}^{Inst-Bau,\nu}$$
$$A_{\chi,t}^{Ern,\nu} = A_{\chi,t}^{Ern-Pl,\nu} + A_{\chi,t}^{Ern-Bau,\nu}$$

$A_{\chi,t}^{Inst-Pl,\nu}$: aperiodische Ausgaben für Planung der Instandhaltung der baulichen Lösung χ im Jahr t

$A_{\chi,t}^{Inst-Bau,\nu}$: aperiodische Ausgaben für Ausführung / Umsetzung der Instandhaltung der baulichen Lösung χ im Jahr t

$A_{\chi,t}^{Ern-Pl,\nu}$: aperiodische Ausgaben für Planung der Erneuerung der baulichen Lösung χ im Jahr t

$A_{\chi,t}^{Ern-Bau,\nu}$: aperiodische Ausgaben für Ausführung / Umsetzung der Erneuerung der baulichen Lösung χ im Jahr t

ν: Index der Bauelemente (Tragstruktur, TGA, Fassade / Fahrbahn, Ausbau etc.) und deren differenzierten Lebensdauerkurven (Abb. 4.44)

Periodische Einnahmen:

$$E_{\chi,t}^{Nutz} = E_{\chi,t}^{Miete}$$

$E_{\chi,t}^{Nutz}$: Einnahmen aus Nutzung der baulichen Lösung χ im Jahr t

$E_{\chi,t}^{Miete}$: Einnahmen aus Vermietung der baulichen Lösung χ im Jahr t

Aperiodische Einnahmen / Endwert am Ende der Betrachtungszeit (Restwert):

$$E_{\chi,t}^{E} = E_{\chi,t_e}^{\mathrm{Re}st}$$

$E_{t_e}^{\mathrm{Re}st}$: Restwert des Objekts im Jahr t_e

Der Net Present Value der baulichen Lösung χ über den Betrachtungszeitraum t=n bezogen auf den Betrachtungszeitpunkt t_B (Abb. 4.45) beträgt:

$$\begin{aligned}
NPV_{\chi,t_B} = & \sum_{t=t_B}^{n} \frac{1}{(1+q)^{(t-t_B)}} E_{\chi,t}^{Miete} + \frac{1}{(1+q)^{(t_e-t_B)}} E_{\chi,t_e}^{\mathrm{Re}st} \\
& - \Bigg\{ A_{t_0}^{Gr}(1+q)^{(t_B-t_0)} + A_{\chi,t}^{Pl}(1+q)^{(t_B-t_{Pl})} + A_{\chi,t}^{Bau}(1+q)^{\left(\frac{t_B - t_{Bau}^{Beginn}}{2}\right)} \\
& + \sum_{t=t_B}^{n} \frac{1}{(1+q)^{(t-t_B)}} \left(A_{\chi,t}^{Obj-Mgt} + A_{\chi,t}^{Betr} + A_{\chi,t}^{Unterh} \right) \\
& + \sum_{t=t_B}^{n} \frac{1}{(1+q)^{(t-t_B)}} \Bigg[\sum_{j=1}^{m_2} \left\{ A_{\chi,t}^{Inst,\nu} \,\middle|\, A_{\chi,t}^{Inst,\nu} = A_{\chi,\psi_k}^{Inst,\nu} \right. \\
& \qquad für\ t = \{\psi_k\} = (\psi_1, \psi_2, \ldots \psi_{m_2}) \\
& \qquad \left. \vee\ A_{\chi,t}^{Inst,\nu} = 0\ für\ t \neq \{\psi_k\} \right\} \\
& \quad + \sum_{j=1}^{m_3} \left\{ A_{\chi,t}^{Ern,\nu} \,\middle|\, A_{\chi,t}^{Ern,\nu} = A_{\chi,\varphi_l}^{Ern,\nu} \right. \\
& \qquad für\ t = \{\varphi_l\} = (\omega_1, \omega_2, \ldots \omega_{m3}) \\
& \qquad \left. \left. \vee\ A_{\chi,t}^{Ern,\nu} = 0\ für\ t \neq \{\varphi_l\} \right\} \Bigg] \Bigg\}
\end{aligned}$$

$E_{\chi,t}^{Miete}$: Einnahmen aus Vermietung der baulichen Lösung χ im Jahr t

$E_{t_e}^{\mathrm{Re}st}$: Restwert des Objekts im Jahr t_e

$A_{\chi,t}^{Gr}$: Ausgaben für den Erwerb des Grundstücks

$A_{\chi,t}^{Pl}$: Planungs- und Beratungsausgaben bei der baulichen Lösung χ im Jahr t

$A_{\chi,t}^{Bau}$: Baurealisierungsausgaben bei der baulichen Lösung χ im Jahr t

$A_{\chi,t}^{Obj-Mgt}$: Ausgaben für Fremd- und / oder Eigenleistungen der zur Verwaltung der baulichen Lösung χ erforderlichen Arbeitskräfte und Einrichtungen im Jahr t

$A_{\chi,t}^{Betr}$: Betriebsausgaben (durch den bestimmungsgemässen Gebrauch des Gebäudes, der Anlagen, Einrichtungen und des Grundstücks laufend entstehende Ausgaben) bei der baulichen Lösung χ im Jahr t

$A_{\chi,t}^{Unterh}$: Ausgaben für den Unterhalt der baulichen Lösung χ im Jahr t

$A_t^{Inst,\nu}$: aperiodische Ausgaben für Instandhaltung des Bauelements ν der baulichen Lösung χ im Jahr t

$A_t^{Ern,\nu}$: aperiodische Ausgaben für Erneuerung des Bauelements ν der baulichen Lösung χ im Jahr t

q: Diskontierungszinssatz

ν: Index der Bauelemente (Tragstruktur, TGA, Fassade / Fahrbahn, Ausbau etc.) und deren differenzierten Lebensdauerkurven (Abb. 4.44)

t_B: Referenz- / Bezugszeitpunkt der Betrachtung

t_e: Zeitpunkt zu Ende der Nutzungsphase

t_0: Zeitpunkt zu Beginn der Analysephase

t_{Pl}: Zeitpunkt zu Beginn der Planungs- und Beratungsarbeiten

t_{Bau}^{Beginn}: Zeitpunkt zu Beginn der Baurealisierung

t_{Bau}^{Ende}: Zeitpunkt zu Ende der Baurealisierung

n: letztes Jahr des Betrachtungszeitraums

m_2: Anzahl der durchgeführten Instandhaltungen

m_3: Anzahl der durchgeführten Erneuerungen

Jedes Bauelement ν kann weiter untergliedert werden in Unterelemente u gemäss [47] und deren Lebenszykluskurven, wie z.B.

Ausbau:(ν_u) = (Ausbau-Fussboden; Ausbau-Türen; Ausbau-Putz, …)

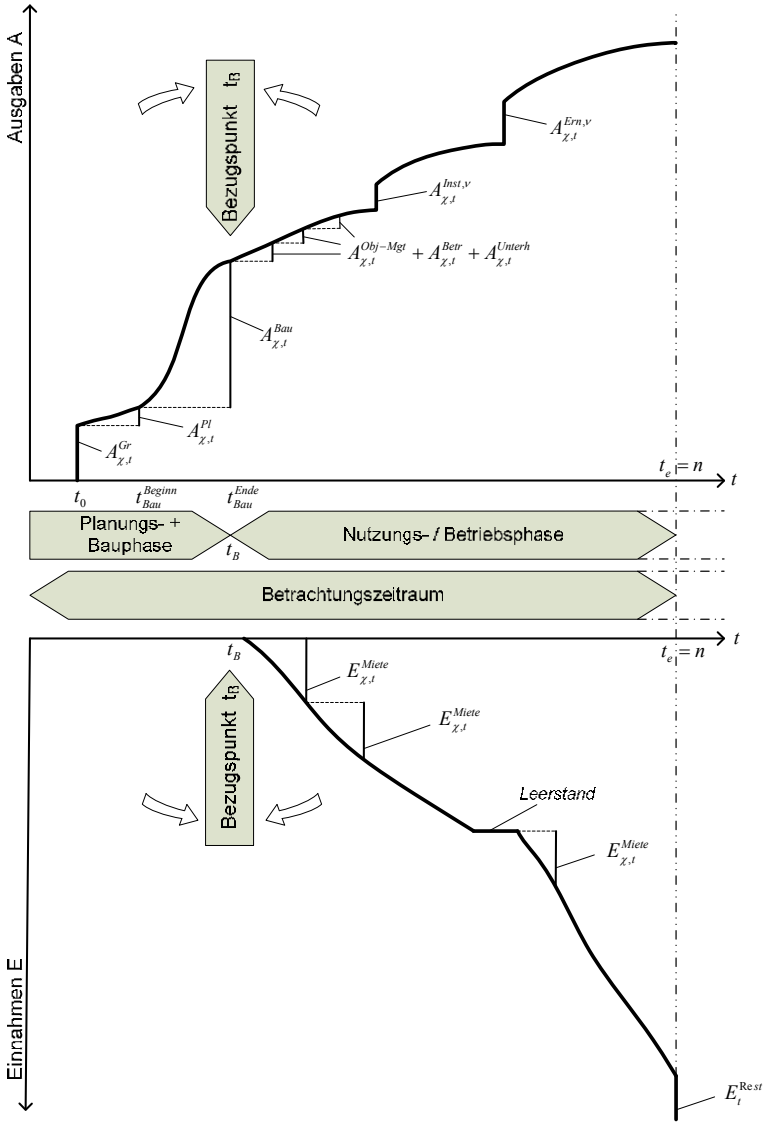


Abb. 4.45: LC-NPV-Zahlungsströme

Diskontierung und Teuerungsindex

Bei der Ermittlung des Net Present Value bzw. Barwerts muss zwischen Diskontierungssatz und Teuerungsindizes unterschieden werden. Im Regelfall sind nur die heutigen Preise sowie Ausgaben für Löhne, Materialien etc. bekannt. Deswegen müssen die heutigen Preise und Ausgaben für Leistungen bzw. Kosten entsprechend den zu erwartenden Preis-, Lohn-, Material- bzw. Produktivitätssteigerungen hochgezinst werden. Die Ausgaben und Einnahmen werden auf den heutigen Geldwert auf der Basis der Geldwertentwicklung abgezinst (Abb**.** 4.46).

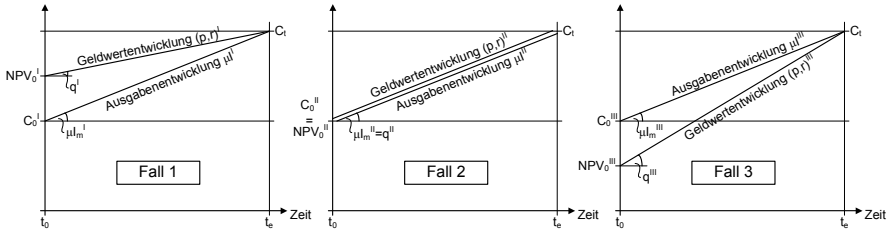


Abb. 4.46: Kosten- und Geldwertentwicklungsszenarien

Die Geldwertentwicklung bzw. der Realzins und damit auch der Diskontierungssatz setzen sich aus dem

- Nominalzins
- Risikosatz

zusammen.

Der Realzins (Abb. 4.47) bzw. Diskontierungssatz ergibt sich zu:

Nominalzinsfaktor:	NF= (1+p)
Risikofaktor:	RF= (1+r)
Diskontierungssatz:	DF=NF*RF
	DF=(1+p)(1+r) mit r*p << {r;p}
	DF=(1+r+p)=(1+q)

Für n Jahre ergibt sich der Diskontierungszinssatz zu:

DFn=(1+r+p)n=(1+q)n

NF : Nominalzinsfaktor zum Auf- bzw. Abzinsen

p: Nominalzinssatz

RF: Risikofaktor, mit dem das Kapital abgezinst bzw. aufgezinst werden muss

r: Risikosatz

DF: Diskontierungsfaktor zur Verzinsung bzw. Diskontierung unter Berücksichtigung des Nominalzinses und des Risikosatzes

q: Diskontierungszinssatz

Die Kosten-, Ausgaben- bzw. Marktpreisentwicklung ergibt sich aus der allgemeinen Inflation (Warenkorbpreissteigerung) oder differenziert nach Ausgaben- bzw. Kostenarten und wird durch die Hauptteuerungspreisindizes ausgedrückt:

$$(\underline{AI}) = \begin{bmatrix} LI \\ MI \\ MietI \\ EnergI \\ etc. \end{bmatrix} \quad \begin{matrix} -\,Lohnindex \\ -\,Materialindex \\ -\,Mietindex \\ -\,Energieindex \\ etc. \end{matrix}$$

Diese können weiter differenziert werden $(\underline{\mu I})$, z.B. die Löhne in (Abb. 4.48):

Mg-LI – Management- / Ingenieurlohnsteigerungsindex

Fa-LI – Facharbeiterlohnsteigerungsindex

Hi-LI – Hilfsarbeiterlohnsteigerungsindex

Weitere Preissteigerungsprognosen für Material (Abb. 4.49) und Instandsetzung sowie Erneuerung (Abb. 4.50) können auf der Basis vergangenheitsbezogener Statistiken der Fachverbände und der statistischen Ämter entwickelt werden.

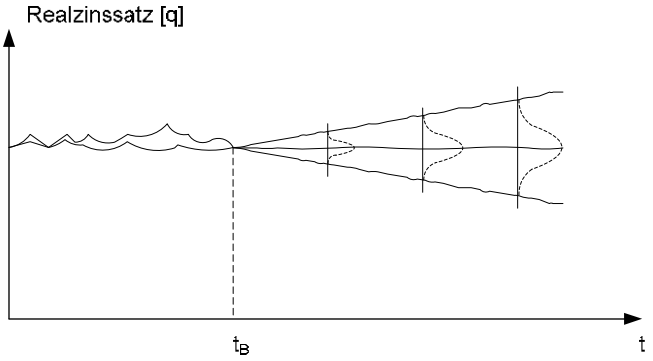


Abb. 4.47: Realzinssatz

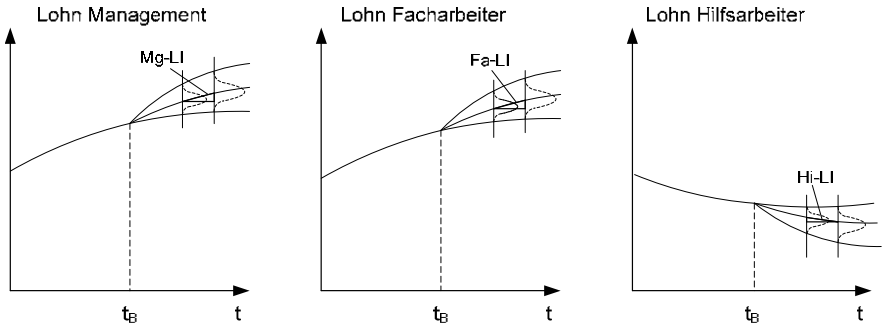


Abb. 4.48: Lohnindex – Prognose der Lohnentwicklung

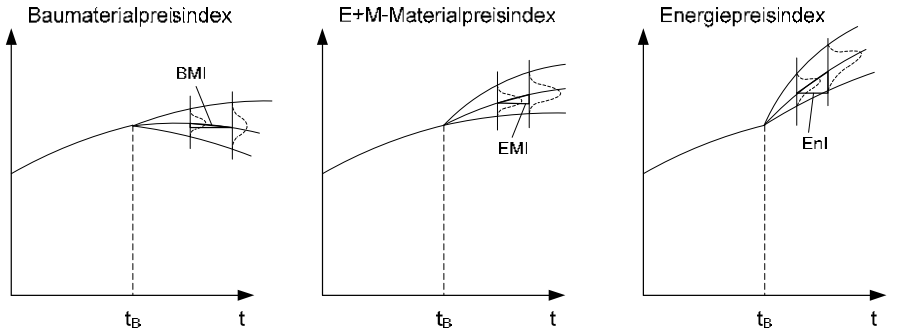


Abb. 4.49: Materialindex – Prognose für Baumaterial, TGA-Materialien und Geräte und Energie

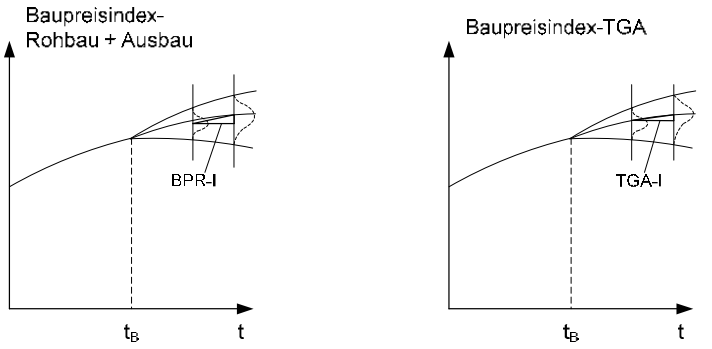


Abb. 4.50: Baupreisindex – Rohbau, Ausbau und TGA

Die Prognoserechnung für die Ausgabensteigerungen ist nicht Gegenstand dieses Buchs; hierzu wird auf [132] verwiesen. Somit können die Ausgaben der Zukunft auf den heutigen Preisen $A^i_{\chi,0}$ zum Zeitpunkt t_0 aufgebaut werden, durch Hochzinsung auf den jeweiligen Ausgabenzeitpunkt t:

$$\left(\underline{A^i_{\chi,t}}\right) = \left(\underline{A^i_{\chi,0}\left(1+\mu I\right)^{t-t_B}}\right)$$

$\left(\underline{A^i_{\chi,t}}\right)$: Vektor der Ausgaben der Art i der baulichen Lösung χ im Jahr t

$A^i_{\chi,0}$: Ausgaben der Art i der baulichen Lösung χ im Jahr t=0

i: Index der Hauptausgabengruppen (Obj-Mgt., Betr., Insp., Wart., Rein., Unterh. etc.)

μI: Teuerungsindex für die verschiedenen Ausgabenkategorien, μ ={Mg-L, Fa-L, Hi-L, BM, EM, Energ, BPR, TGA}

Zudem kann man die einzelnen Ausgaben durch ihre ein bis zwei wichtigsten Preis-Ausgabenindizes ausdrücken, z.B.:

$$\left(A^i_{\chi,t}\right) = f\left(LI, MI, ... \quad \vee \quad BPR-I, TGA-I, ...\right)$$

LI: Lohnindizes (Mg-LI; Fa-LI; Hi-LI)

MI: Materialindex (BM-I; EM-I; Energ-I)

BPR-I: Baupreisindex-Rohbau

TGA-I: Baupreisindex-Technische Gebäudeausrüstung

Die Ausgaben können durch die meist bekannten Basisausgaben (Löhne, Materialien etc.) ausgedrückt werden. Dies erfolgt durch die jeweiligen Anteilsfaktoren der zwei bis maximal drei Hauptkosten- bzw. Hauptausgabenarten (Pareto-Prinzip):

$$A^i_{\chi,t} = f\left(\alpha_1^{Mg-L};\alpha_2^{Fa-L};\alpha_3^{Hi-L};\beta_1^{BM};\beta_2^{EM};\beta_3^{Energ},\gamma_1^{BPR},\gamma_2^{TGA}\right)\Big|_{\chi,i,t}$$

Damit kann man die Ausgaben zum Zeitpunkt t aufbauend auf den heutigen Preisen durch die Basiskostensteigerungen wie folgt ausdrücken:

$$\begin{aligned}A^i_{\chi,t} = {} & \alpha_{1,i}^{Mg-L} * A^i_{\chi,0}(1+Mg-LI)^{t-t_B} + \alpha_{2,i}^{Fa-L} * A^i_{\chi,0}(1+Fa-LI)^{t-t_B} \\ & + \alpha_{3,i}^{Hi-L} * A^i_{\chi,0}(1+Hi-LI)^{t-t_B} + \beta_{1,i}^{BM} * A^i_{\chi,0}(1+BM-I)^{t-t_B} \\ & + \beta_{2,i}^{EM} * A^i_{\chi,0}(1+EM-I)^{t-t_B} + \beta_{3,i}^{Energ} * A^i_{\chi,0}(1+Energ-I)^{t-t_B} \\ & + \gamma_{1,i}^{BPR} * A^i_{\chi,0}(1+BPR-I)^{t-t_B} + \gamma_{2,i}^{TGA} * A^i_{\chi,0}(1+TGA-I)^{t-t_B}\end{aligned}$$

$$mit: \quad 1 = \sum \alpha_j + \sum \beta_k + \sum \gamma_l$$

$\alpha_j, \beta_k, \gamma_l$: spezifische Anteilsfaktoren für die Ausgaben der jeweiligen Hauptausgabengruppen i:

Mg-L:	Managementlohn
Fa-L:	Facharbeiterlohn
Hi-L:	Hilfsarbeiterlohn
BM:	Baumaterial
EM:	Elektro-Mechanik-Material / Geräte
Energ:	Energie (Wärme / Licht / Power)
BPR:	Baupreise-Rohbau
TGA:	Technische Gebäudeausrüstung

analog für die Einnahmen:

$$E^{Miet}_{\chi,t} = E^{Miet}_{\chi,0}(1+Miet-I)^{t-t_B}$$

$$E^{\mathrm{Re}st}_{\chi,t} = E^{\mathrm{Re}st}_{\chi,0}(1+\mathrm{Im}o-I)^{n-t_B}$$

$E_{\chi,0}^{Miet}$: Einnahmen aus Vermietung der baulichen Lösung χ im Jahr t=0

$E_{\chi,0}^{Rest}$: Einnahmen aus Verkauf (Restwert) der baulichen Lösung χ im Jahr t=0

Miet-I: Mietindex

Imo-I: Immobilienindex

In Vektorschreibweise:

$$\left(\underline{A_{\chi,t}^{i}}\right) = \left(\underline{A_{\chi,0}^{i} * \sum_{j} \alpha_{j,i}^{\mu} (1+\mu I)^{(t-t_B)} + \sum_{k} \beta_{k,i}^{\mu} (1+\mu I)^{(t-t_B)} + \sum_{l} \gamma_{l,i}^{\mu} (1+\mu I)^{(t-t_B)}} \right)$$

$$E_{\chi,t}^{Miet} = E_{\chi,0}^{Miet} * (1 + Miet - I)^{(t-t_B)}$$

$$E_{\chi,t}^{Rest} = E_{\chi,0}^{Rest} * (1 + Imo - I)^{(t-t_B)}$$

$\left(\underline{A_{\chi,t}^{i}}\right)$: Vektor der Ausgaben der Art i der baulichen Lösung χ im Jahr t

$\left(\underline{A_{\chi,0}^{i}}\right)$: Vektor der Ausgaben der Art i der baulichen Lösung χ im Jahr t=0

$\alpha_j, \beta_k, \gamma_l$: spezifische Anteilsfaktoren für die Ausgaben der jeweiligen Hauptausgabengruppen i

i : Index der Hauptausgabengruppen (Nutzung, Planung, Bau, Betrieb, Instandsetzung, Erneuerung)

μI : Teuerungsindex für die verschiedenen Ausgabenkategorien μ ={Mg-L, Fa-L, Hi-L, BM, EM, Energ, BPR, TGA}

j,k,l : Laufindex der Anteilsfaktoren α, β, γ

$\left(\underline{E_{\chi,t}^{Miet}}\right)$: Vektor der Einnahmen aus Vermietung der baulichen Lösung χ im Jahr t

$\left(\underline{E_{\chi,t}^{Rest}}\right)$: Vektor der Einnahmen aus Verkauf (Restwert) der baulichen Lösung χ im Jahr t

Probabilistischer Lebenszyklusansatz

Die Ausgaben und Einnahmen sowie Teuerungs- und Diskontierungsansätze werden nur in Bandbreiten prognostizierbar sein zum Zeitpunkt t_0. Daher ist die LC-NPV-Prognoserechnung besonders geeignet für eine stochastische Berechnung bzw. für eine Simulationsrechnung, z.B. mittels Monte-Carlo-Simulation.

Mit Unterstützung der Monte-Carlo-Simulation lassen sich die möglichen Varianten und Kombinationen von Ereignissen betrachten. Im Regelfall treten bei Ausgaben und Einnahmen sowie Teuerungs- und Diskontierungsansätzen weder nur die maximalen noch die minimalen Werte auf, die Ausgaben und Einnahmen jedoch treten immer auf (jährlich / einmalig). Solche Simulationen werden mit der Monte-Carlo-Simulation (MCS) durchgeführt [133].

Bei der Monte-Carlo-Simulation (MCS) handelt es sich um ein Verfahren zur numerischen Lösung mathematischer Problemstellungen durch die Verwendung von Zufallszahlen, mit denen Zufallsereignisse bzw. die Ausprägungen von Ereignissen erzeugt werden [134]. Sie wird überwiegend dort eingesetzt, wo analytische Methoden versagen, z.B. zur Nachbildung einer nicht vorhandenen empirischen Datenbasis. Ihr Hauptanwendungsgebiet liegt dort, wo ein quantitativ formuliertes Entscheidungsproblem vorliegt, bei dem die Werte der Einflussgrössen – zumindest teilweise – nicht exakt bekannt, sondern nur schätzbar sind, bzw. bei denen die Kombination der Ereignisse im jeweiligen Szenario bekannt bzw. nicht bekannt und die Ausprägung der jeweiligen Ereignisse z.B. in einem Intervall zwar bekannt ist, aber nicht die genaue Höhe der Ausprägung im betrachteten Ereignis. Ferner müssen Zielgrössen, Zielgrössenfunktionen und die Verknüpfungsfunktion bzw. Verknüpfungsoperatoren vorgegeben sein, an denen man die Auswirkungen von möglichen Entscheidungen beurteilen kann (z.B. Gewinn, Return on Investment, Risikokosten, Barwert).

Die Nachbildung einer empirischen Datenbasis erfordert eine grosse Anzahl von Zufallsereignissen. Ziel der MCS ist deshalb die Durchführung einer grossen Anzahl von Simulationsdurchläufen, wobei jeder Simulationsdurchlauf einer Kombination möglicher Zufallsereignisse entspricht. Es werden somit nicht alle möglichen Szenarien, was zu einer unendlichen Anzahl führen würde, sondern eine gewünschte, festgelegte Anzahl von Szenarien (z.B. 10'000) mit Zufallsereignissen abgebildet.

Für eine solche Simulation bzw. stochastische Berechnung müssen die Ansätze für

- Ausgaben / Einnahmen
- Teuerungsfaktoren
- Realzins / Diskontierung

in probabilistischen Bandbreiten ermittelt werden, z.B. aus Erfahrungswerten bzw. Datenbanken.

Ausgaben und Einnahmen:

$$\left(\underline{A^{i}_{\chi,0}}\right)=\left(\underline{A^{i}_{\chi,0,\min}}\,\middle|\,\underline{A^{i}_{\chi,0,EW}}\,\middle|\,\underline{A^{i}_{\chi,0,\max}}\right)$$

$$\left(\underline{E^{Miete}_{\chi,0}}\right)=\left(\underline{E^{Miete}_{\chi,0,\min}}\,\middle|\,\underline{E^{Miete}_{\chi,0,EW}}\,\middle|\,\underline{E^{Miete}_{\chi,0,\max}}\right)$$

$$\left(\underline{E^{Rest}_{\chi,0}}\right)=\left(\underline{E^{Rest}_{\chi,0,\min}}\,\middle|\,\underline{E^{Rest}_{\chi,0,EW}}\,\middle|\,\underline{E^{Rest}_{\chi,0,\max}}\right)$$

$A^{i}_{\chi,0,\min}$: kleinster Wert der Ausgaben der Art i der baulichen Lösung χ im Jahr t=0

$E^{Miete}_{\chi,0,\min}$ / $E^{Rest}_{\chi,0,\min}$: kleinster Wert der Mieteinnahmen / der Einnahmen aus Verkauf (Restwert) der baulichen Lösung χ im Jahr t=0

$A^{i}_{\chi,0,EW}$: erwarteter Wert der Ausgaben der Art i der baulichen Lösung χ im Jahr t=0

$E^{Miete}_{\chi,0,EW}$ / $E^{Rest}_{\chi,0,EW}$: erwarteter Wert der Mieteinnahmen / der Einnahmen aus Verkauf (Restwert) der baulichen Lösung χ im Jahr t=0

$A^{i}_{\chi,0,\max}$: grösster Wert der Ausgaben der Art i der baulichen Lösung χ im Jahr t=0

$E^{Miete}_{\chi,0,\max}$ / $E^{Rest}_{\chi,0,\max}$: grösster Wert der Mieteinnahmen / der Einnahmen aus Verkauf (Restwert) der baulichen Lösung χ im Jahr t=0

Teuerungsfaktoren:

$$(\mu I) = (\mu I_{\min}, \mu I_{EW}, \mu I_{\max})$$

$\mu I_{\min}$ / μI_{EW} / $\mu I_{\max}$: kleinster / erwarteter / grösster Wert der Teuerungsfaktoren

Diskontierungssatz:

$$(q) = (q_{\min}, q_{EW}, q_{\max})$$

$q_{\min}$ / q_{EW} / $q_{\max}$: kleinster / erwarteter / grösster Wert des Diskontierungssatzes

Diese Einflussgrössen, die nur in Bandbreiten vorliegen, werden mangels genauer bzw. statistisch abgesicherter Ist-Daten mittels probabilistischer

- Dreiecksdichtefunktion bzw.
- BetaPERT-Dichtefunktion

bezüglich der Auftretensausprägung artikuliert.

Für eine Dreiecks- oder BetaPERT-Dichtefunktion gilt (Abb**.** 4.51):

$$f\left(A^i_{\chi,0}\right) = Dreieck\left(A^i_{\chi,0,\min}, A^i_{\chi,0,EW}, A^i_{\chi,0,\max}\right)$$
$$f\left(E^{Miete}_{\chi,0}\right) = Dreieck\left(E^{Miete}_{\chi,0,\min}, E^{Miete}_{\chi,0,EW}, E^{Miete}_{\chi,0,\max}\right)$$
$$f\left(E^{Rest}_{\chi,0}\right) = Dreieck\left(E^{Rest}_{\chi,0,\min}, E^{Rest}_{\chi,0,EW}, E^{Rest}_{\chi,0,\max}\right)$$

bzw.

$$f\left(A^i_{\chi,0}\right) = BetaPERT\left(A^i_{\chi,0,\min}, A^i_{\chi,0,EW}, A^i_{\chi,0,\max}\right)$$
$$f\left(E^{Miete}_{\chi,0}\right) = BetaPERT\left(E^{Miete}_{\chi,0,\min}, E^{Miete}_{\chi,0,EW}, E^{Miete}_{\chi,0,\max}\right)$$
$$f\left(E^{Rest}_{\chi,0}\right) = BetaPERT\left(E^{Rest}_{\chi,0,\min}, E^{Rest}_{\chi,0,EW}, E^{Rest}_{\chi,0,\max}\right)$$

$$mit: A^i_{\chi,0,\min} \le A^i_{\chi,0,EW} \le A^i_{\chi,0,\max}$$
$$E^{Miete}_{\chi,0,\min} \le E^{Miete}_{\chi,0,EW} \le E^{Miete}_{\chi,0,\max}$$
$$E^{Rest}_{\chi,0,\min} \le E^{Rest}_{\chi,0,EW} \le E^{Rest}_{\chi,0,\max}$$

und den normierten Dichtefunktionen (A=1):

$f\left(A^i_{\chi,0}\right)$: Dichtefunktion von $A^i_{\chi,0}$

$f\left(E^{Miete}_{\chi,0}\right)$: Dichtefunktion von $E^{Miete}_{\chi,0}$

$f\left(E^{Rest}_{\chi,0}\right)$: Dichtefunktion von $E^{Rest}_{\chi,0}$

Die dazugehörige Verteilungsfunktion (Abb. 4.51):

$$F\left(A^i_{\chi,0}\right)=\int_{A^i_{\chi,0,\min}}^{A^i_{\chi,0,\max}} f\left(A^i_{\chi,0}\right)dA^i_{\chi,0}$$

$$F\left(E^{Miete}_{\chi,0}\right)=\int_{E^{Miete}_{\chi,0,\min}}^{E^{Miete}_{\chi,0,\max}} f\left(E^{Miete}_{\chi,0}\right)dE^{Miete}_{\chi,0}$$

$$F\left(E^{Rest}_{\chi,0}\right)=\int_{E^{Rest}_{\chi,0,\min}}^{E^{Rest}_{\chi,0,\max}} f\left(E^{Rest}_{\chi,0}\right)dE^{Rest}_{\chi,0}$$

$A^i_{\chi,0}$: Ausgaben der Art i der baulichen Lösung χ im Jahr t=0

i: Index der Hauptausgabengruppen (Nutzung, Planung, Bau, Betrieb, Instandsetzung, Erneuerung)

$E^{Miete}_{\chi,0}$: Einnahmen aus Vermietung der baulichen Lösung χ im Jahr t=0

$E^{Rest}_{\chi,0}$: Einnahmen aus Verkauf (Restwert) der baulichen Lösung χ im Jahr t=0

$F\left(A^i_{\chi,0}\right)$: Verteilungsfunktion von $A^i_{\chi,0}$

$F\left(E^{Miete}_{\chi,0}\right)$: Verteilungsfunktion von $E^{Miete}_{\chi,0}$

$F\left(E^{Rest}_{\chi,0}\right)$: Verteilungsfunktion von $E^{Rest}_{\chi,0}$

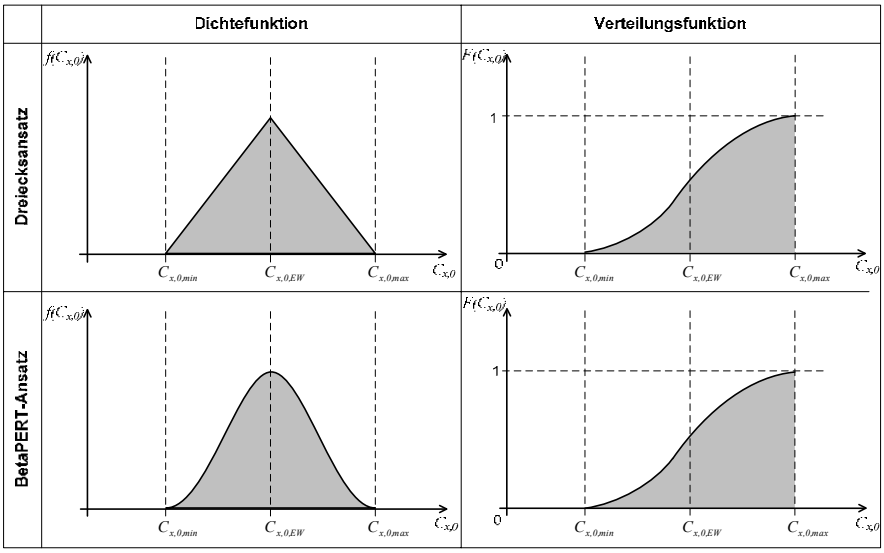


Abb. 4.51: Potenzielle Dichte- und Verteilungsfunktion für den Zahlungsstrom $C_{\chi,0}$ mit Ausgaben und Einnahmen

Die Berechnung der Erwartungswerte für Ausgaben und Einnahmen wird aus der Gleichgewichtsbetrachtung der Dichtefunktion um den Nullpunkt wie folgt ermittelt:

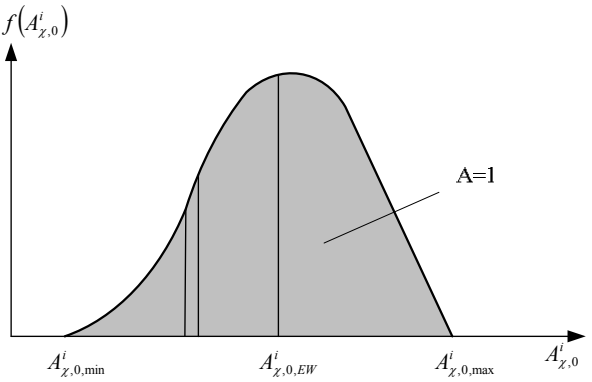


Abb. 4.52: Dichtefunktion der Ausgaben $A^i_{\chi,0}$

Normierter Flächeninhalt der Dichtefunktion:

$$A = \int_{A^i_{\chi,0,\min}}^{A^i_{\chi,0,\max}} f\left(A^i_{\chi,0}\right) dA^i_{\chi,0} = 1$$

Für die Dichtefunktion ergibt sich der Erwartungswert der Ausgabe i:

$$A^i_{\chi,0,EW} = \int_{A^i_{\chi,0,\min}}^{A^i_{\chi,0,\max}} A^i_{\chi,0} * f\left(A^i_{\chi,0}\right) dA^i_{\chi,0}$$

$A^i_{\chi,0,EW}$: erwarteter Wert der Ausgaben der Art i der baulichen Lösung χ im Jahr t=0

Die Varianz der Ausgabe i:

$$\sigma^2_{A^i_{\chi,0}} = \int_{A^i_{\chi,0,\min}}^{A^i_{\chi,0,\max}} \left(A^i_{\chi,0} - A^i_{\chi,0,EW}\right)^2 * f\left(A^i_{\chi,0}\right) dA^i_{\chi,0}$$

$\sigma^2_{A^i_{\chi,0}}$: Varianz von $A^i_{\chi,0}$

$A^i_{\chi,0}$: Ausgaben der Art i der baulichen Lösung χ im Jahr t=0

$A^i_{\chi,0,EW}$: erwarteter Wert der Ausgaben der Art i der baulichen Lösung χ im Jahr t=0

i: Index der Hauptausgabengruppen (Nutzung, Planung, Bau, Betrieb, Instandsetzung, Erneuerung)

Die Standardabweichung der Ausgabe i beträgt:

$$\sigma_{A^i_{\chi,0}} = \sqrt{\sigma^2_{A^i_{\chi,0}}} \quad mit\ (\underline{i}) = \left((Gr;Pl;Bau)^{aperio.} \middle| (Obj-Mgt;Betr;Unterh)^{perio.} \middle| (Inst;Ern)^{aperio.}\right)$$

$\sigma_{A^i_{\chi,0}}$: Standardabweichung von $A^i_{\chi,0}$

Analog wird der Erwartungswert für die Einnahmen Vermietung und Restwert gebildet:

$$E^{Miete}_{\chi,0,EW} = \int_{E^{Miete}_{\chi,0,\min}}^{E^{Miete}_{\chi,0,\max}} E^{Miete}_{\chi,0} * f\left(E^{Miete}_{\chi,0}\right) dE^{Miete}_{\chi,0}$$

$$E_{\chi,0,EW}^{Rest} = \int_{E_{\chi,0,\min}^{Rest}}^{E_{\chi,0,\max}^{Rest}} E_{\chi,0}^{Rest} * f\left(E_{\chi,0}^{Rest}\right) dE_{\chi,0}^{Rest}$$

$E_{\chi,0,EW}^{Miete}$: erwarteter Wert der Einnahmen durch Vermietung der baulichen Lösung χ im Jahr t=0

$E_{\chi,0,EW}^{Rest}$: erwarteter Wert der Einnahmen aus Verkauf (Restwert) der baulichen Lösung χ im Jahr t

Analog die Varianz und die Standardabweichung für Miete und Restwert:

Die Varianz beträgt:

$$\sigma_{E_{\chi,0}^{Miete}}^2 = \int_{E_{\chi,0,\min}^{Miete}}^{E_{\chi,0,\max}^{Miete}} \left(E_{\chi,0}^{Miete} - E_{\chi,0,EW}^{Miete}\right)^2 * f\left(E_{\chi,0}^{Miete}\right) dE_{\chi,0}^{Miete}$$

$$\sigma_{E_{\chi,0}^{Rest}}^2 = \int_{E_{\chi,0,\min}^{Rest e}}^{E_{\chi,0,\max}^{Rest}} \left(E_{\chi,0}^{Rest} - E_{\chi,0,EW}^{Rest}\right)^2 * f\left(E_{\chi,0}^{Rest}\right) dE_{\chi,0}^{Rest}$$

Die Standardabweichung beträgt:

$$\sigma_{E_{\chi,0}^{Miete}} = \sqrt{\sigma_{E_{\chi,0}^{Miete}}^2}$$

$$\sigma_{E_{\chi,0}^{Rest}} = \sqrt{\sigma_{E_{\chi,0}^{Rest}}^2}$$

Die Simulation mittels Monte-Carlo-Simulation bildet einzelne Szenarien in jedem Rechenablauf ab. In jedem Rechenablauf bzw. gebildetem Szenarium werden für alle Ausgaben und Einnahmen sowie die dazugehörigen Teuerungsindizes und den Diskontierungssatz je eine Zufallszahl generiert:

$$\left(\underline{Z_{X_{\varepsilon,\chi}}}\right)_\delta = \left\{Z_{A_{\chi,0}^i}; Z_{E_{\chi,0}^{Miete}}; Z_{E_{\chi,0}^{Rest}}; Z_{\mu I_0}; Z_{q_0}\right\}_\delta \quad mit\ 0 \le Z_{X_{\varepsilon,\chi,\delta}} \le 1$$

$X_{\varepsilon,\chi}$: Einflussgrösse der Ausgaben, Einnahmen, Teuerungsindizes und des Diskontierungssatzes der baulichen Lösung χ

$Z_{X_{\varepsilon,\chi}}$: Zufallszahlen der Einflussgrössen

$Z_{A^i_{\chi,0}}$: Zufallszahl für die Ausgaben der Art i der baulichen Lösung χ im Jahr t=0

$Z_{E^{Miete}_{\chi,0}}$: Zufallszahl für die Einnahmen aus Vermietung der baulichen Lösung χ im Jahr t=0

$Z_{E^{Rest}_{\chi,0}}$: Zufallszahl für den Restwert der baulichen Lösung χ im Jahr t=0

$Z_{\mu I_0}$: Zufallszahl für den Teuerungsindex im Jahr t=0

Z_{q_0}: Zufallszahl für den Diskontierungssatz im Jahr t=0

μI_0: Teuerungsindex für die Ausgabenkategorien im Jahr t=0

q_0: Diskontierungsindex im Jahr t=0

ε: Index für die verschiedenen Ausgaben, Einnahmen, Teuerungsindizes und Diskontierungssatz ($A^i_{\chi,0}, E^{Miete}_{\chi,0}, E^{Rest}_{\chi,0}, \mu I_0, q_0$)

χ: Index für die alternative bauliche Lösung

δ: Index für den Simulationslauf

Diese Zufallszahlen bestimmen aus der jeweiligen Verteilungsfunktion der Einflussgrössen bzw. Zielgrösse einen generativen Wert für jeden der beteiligten Terme in der jeweiligen Simulation δ:

$$\left(\underline{X_{\varepsilon,\chi}}\right)_\delta = \left(A^i_{\chi,0}; E^{Miete}_{\chi,0}; E^{Rest}_{\chi,0}; \mu I; q\right)_\delta$$

In jedem Simulationslauf δ wird für jede Einflussgrösse $\left\{\underline{X_{\varepsilon,\chi}}\right\}_\delta$ je eine Zufallszahl $\left\{Z_{X_{\varepsilon,\chi,\delta}}\right\}$ generiert. Die mit Hilfe eines Zufallszahlengenerators ermittelten Zufallszahlen $\left\{Z_{X_{\varepsilon,\chi,\delta}}\right\}$ liegen im Intervall $\left(0 \le Z_{X_{\varepsilon,\chi,\delta}} \le 1\right)$.

Dies entspricht dem Wert der Verteilungsfunktion $F\left(X_{\varepsilon,\chi,\delta}\right)$ der jeweiligen Einflussgrösse $\left\{\underline{X_{\varepsilon,\chi,\delta}}\right\}$.

Die Auswahl der Einflussgrösse $\left\{\underline{X_{\varepsilon,\chi,\delta}}\right\}$ über eine Zufallszahl $\left\{Z_{X_{\varepsilon,\chi,\delta}}\right\}$ erfolgt anhand der Umkehrfunktion $G\left(F\left(X_{\varepsilon,\chi,\delta}\right)\right) = \left\{X_{\varepsilon,\chi,\delta}\right\}$ (Abb. 4.53).

Somit gilt für die Verteilungsfunktion (Abb. 4.53):

$$Z_{X_{\varepsilon,\chi,\delta}} = F\left(X_{\varepsilon,\chi,\delta}\right)$$

$Z_{X_{\varepsilon,\chi,\delta}}$: Zufallszahlen von $X_{\varepsilon,\chi}$ im Simulationslauf δ

$F\left(X_{\varepsilon,\chi,\delta}\right)$: Verteilungsfunktion von $X_{\varepsilon,\chi}$ im Simulationslauf δ

$X_{\varepsilon,\chi}$: Einflussgrösse der Ausgaben, Einnahmen, Teuerungsindizes und des Diskontierungssatzes der baulichen Lösung χ

und für die Umkehrfunktion (Abb. 4.53):

$$G\left(F\left(X_{\varepsilon,\chi,\delta}\right)\right) = G\left(Z_{X_{\varepsilon,\chi,\delta}}\right) = \left\{X_{\varepsilon,\chi,\delta}\right\}$$

$$Z_{X_{\varepsilon,\chi,\delta}} = \left\{Z_{X_{\varepsilon,\chi,\delta}} \in R \middle| \left(0 \le Z_{X_{\varepsilon,\chi,\delta}} \le 1\right)\right\}$$

$G\left(F\left(X_{\varepsilon,\chi,\delta}\right)\right)$: Umkehrfunktion von $F\left(X_{\varepsilon,\chi,\delta}\right)$

Somit ergeben sich die Einflussgrössen im Simulationslauf δ wie folgt:

Ausgaben:

$$A^i_{\chi,0,\delta} = \left\{A^i_{\chi,0} \middle|\ A^i_{\chi,0} = G\left(Z_{A^i_{\chi,0,\delta}}\right) \quad mit\ Z_{A^i_{\chi,0}} = \left\{Z_{A^i_{\chi,0}} \in R \middle| \quad 0 \le Z_{A^i_{\chi,0}} \le 1\right\}\right\}_{\delta}$$

$A^i_{\chi,0,\delta}$: Ausgaben der Art i der baulichen Lösung χ im Jahr t=0 im Simulationslauf δ

$G\left(Z_{A^i_{\chi,0,\delta}}\right)$: Umkehrfunktion von $Z_{A^i_{\chi,0}}$

$Z_{A^i_{\chi,0}}$: Zufallszahl für die Ausgaben der Art i der baulichen Lösung χ im Jahr t=0

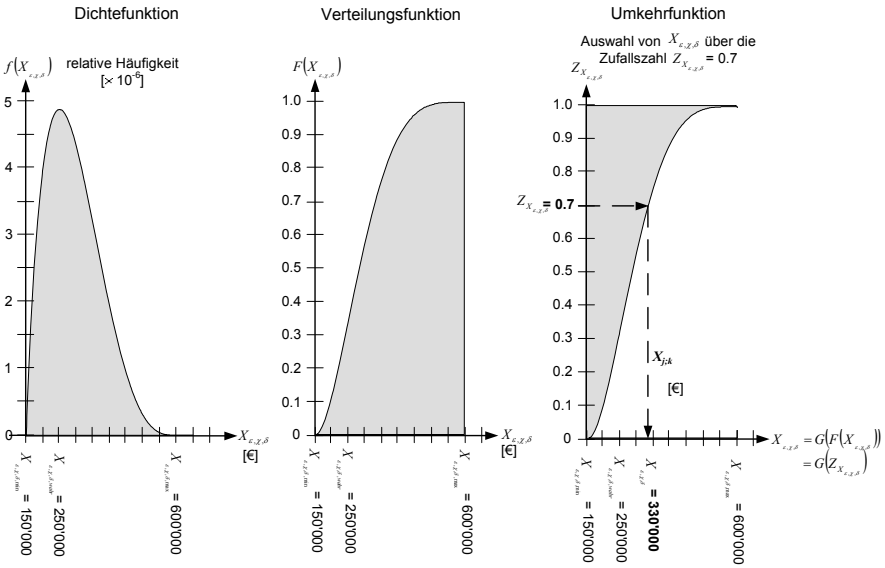


Abb. 4.53: Dichte-, Verteilungs- und Umkehrfunktion für Einflussgrössen (Ausgaben / Einnahmen / Teuerung / Diskontierung)

Einnahmen:

$$E_{\chi,0,\delta}^{Miete} = \left\{ E_{\chi,0}^{Miete} \middle| E_{\chi,0}^{Miete} = G\left(Z_{E_{\chi,0}^{Miete}}\right) mit\ Z_{E_{\chi,0}^{Miete}} = \left\{ Z_{E_{\chi,0}^{Miete}} \in R \middle| 0 \le Z_{E_{\chi,0}^{Miete}} \le 1 \right\} \right\}_{\delta}$$

$$E_{\chi,0,\delta}^{Rest} = \left\{ E_{\chi,0}^{Rest} \middle| E_{\chi,0}^{Rest} = G\left(Z_{E_{\chi,0}^{Rest}}\right) mit\ Z_{E_{\chi,0}^{Rest}} = \left\{ Z_{E_{\chi,0}^{Rest}} \in R \middle| 0 \le Z_{E_{\chi,0}^{Rest}} \le 1 \right\} \right\}_{\delta}$$

$E_{\chi,0,\delta}^{Miete}$: Einnahmen aus Vermietung der baulichen Lösung χ im Jahr t=0 im Simulationslauf δ

$G\left(Z_{E_{\chi,0,\delta}^{Miete}}\right)$: Umkehrfunktion von $Z_{E_{\chi,0,\delta}^{Miete}}$

$Z_{E_{\chi,0,\delta}^{Miete}}$: Zufallszahl für die Einnahmen aus Vermietung der baulichen Lösung χ im Jahr t=0 im Simulationslauf δ

$E_{\chi,0,\delta}^{Rest}$: Einnahmen aus Verkauf (Restwert) der baulichen Lösung χ im Jahr t=0 im Simulationslauf δ

$G\left(Z_{E_{\chi,0,\delta}^{Rest}}\right)$: Umkehrfunktion von $Z_{E_{\chi,0,\delta}^{Rest}}$

$Z_{E_{\chi,0,\delta}^{Rest}}$: Zufallszahl für die Einnahmen aus Verkauf (Restwert) der baulichen Lösung χ im Jahr t=0 im Simulationslauf δ

Teuerungsindizes:

$$\mu I_\delta = \left\{ \mu I \middle| \mu I = G\left(Z_{\mu I}\right) \right. \qquad mit\ Z_{\mu I} = \left\{ Z_{\mu I} \in R \middle| \quad 0 \le Z_{\mu I} \le 1 \right\} \Big\}_\delta$$

μI_δ : Teuerungsindex für die Ausgabenkategorien im Simulationslauf δ

$G\left(Z_{\mu I}\right)$: Umkehrfunktion von $Z_{\mu I}$

$Z_{\mu I}$: Zufallszahl für die Teuerungsindizes für die Ausgabenkategorien

Diskontierung:

$$q_\delta = \left\{ q \middle| q = G\left(Z_q\right) \right. \qquad mit\ Z_q = \left\{ Z_q \in R \middle| \quad 0 \le Z_q \le 1 \right\} \Big\}_\delta$$

q_δ : Diskontierungssatz im Simulationslauf δ

$G\left(Z_q\right)$: Umkehrfunktion von Z_q

Z_q : Zufallszahl für den Diskontierungssatz

Die Zahlungsströme $C_{\chi,0}$ ergeben sich aus:

$$C_{\chi,t} = C_{\chi,0} * \left(1 + \mu I\right)^{\text{t-t}_\text{B}}$$

Das heisst, $C_{\chi,0}$ enthält die gleichen Terme wie $C_{\chi,t}$, jedoch bezogen auf den heutigen Zeitwert t_0.

Net Present Value im Simulationslauf δ (Abb. 4.54):

$$NPV_{\chi,t_B,\delta} = \underline{\left(C_{\chi,0}\right)}_\delta^T * \left[\underline{\left(\frac{1+\mu I_\delta}{1+q_\delta} \right)^{\left(\text{t-t}_\text{B}\right)}} \right]$$

$NPV_{\chi,t_B,\delta}$: Net Present Value der baulichen Lösung χ bezogen auf den Zeitpunkt t_B im Simulationslauf δ

$\left(\underline{C_{\chi,0}}\right)_\delta$: Vektor der Zahlungsströme der baulichen Lösung χ zum Zeitpunkt t=0 im Simulationslauf δ

μI_δ: Teuerungsindex für die Ausgabenkategorien im Simulationslauf δ

q_δ: Diskontierungssatz im Simulationslauf δ

Dichtefunktion des Net Present Value (Abb. 4.54):

$$f\left(NPV_{\chi,t_B,\delta}\right) = f\left(NPV_{\chi,t_B,EW};\sigma^2_{\chi,t_B}\right)\Big|_{\delta\leq\infty}$$

$NPV_{\chi,t_B,EW}$: erwarteter Net Present Value der baulichen Lösung χ bezogen auf den Zeitpunkt t_B

σ^2_{χ,t_B}: Varianz der baulichen Lösung χ bezogen auf den Zeitpunkt t_B

Verteilungsfunktion des Net Present Value:

$$F\left(NPV_{\chi,t_B,\delta}\right) = \int_{NPV_{\chi,t_B,\min}}^{NPV_{\chi,t_B,\max}} f\left(NPV_{\chi,t_B,EW};{\sigma_{\chi,t_B}}^2\right) dNPV_{\chi,t_B}\Big|_{\delta\leq\infty}$$

Die Ermittlung des NPV-Erwartungswerts, der Varianz sowie der Standardabweichungen erfolgt mittels des zentralen Grenzwertsatzes der Stochastik. Der Erwartungswert NPV_χ der baulichen Lösung ergibt sich aus (Abb. 4.54):

$$NPV_{\chi,t_B,EW} = \int_{NPV_{\chi,t,\min}}^{NPV_{\chi,t,\max}} NPV_{\chi,t_B} * f\left(NPV_{\chi,t_B}\right) dNPV_{\chi,t_B}$$

Das Net-Present-Value-Entscheidungsaxiom nach dem ökonomischen Maximalprinzip bildet auch bei der probabilistischen LC-NPV-Analyse die Basis für die Wahl der wirtschaftlichsten baulichen Alternative aus dem Spektrum der Alternativen $\left(1 \leq \chi \leq m\right)$.

$$E - NPV_{t_B}^{\max} = Max(NPV_\chi)\Big|_{\chi=1}^{\chi=m}$$

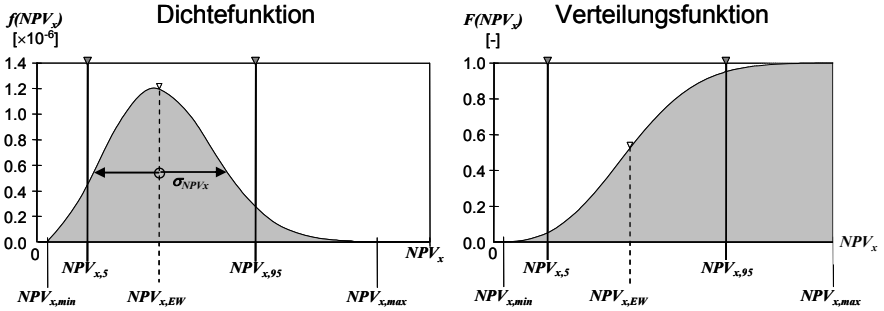


Abb. 4.54: Dichte- und Verteilungsfunktion des NPV_χ der baulichen Lösung χ

Die Verteilungskurve $F(NPV)$ ergibt für $F(NPV_\chi)=1$ den höchsten Wert für NPV_χ und für $F(NPV_\chi)=0$ den niedrigsten. Aus heuristischer Überlegung folgt, dass der kleinste NPV_χ (Gewinn) mit höchster Wahrscheinlichkeit $P_W=1$ sicher nach den Annahmen erreicht wird und der höchste NPV_χ mit der kleinsten Wahrscheinlichkeit $P_W=0$. Daher wird die Verteilungskurve durch Transformation und Spiegelung in die Wahrscheinlichkeitsverteilung $W(NPV)$ transferiert (Abb. 4.55).

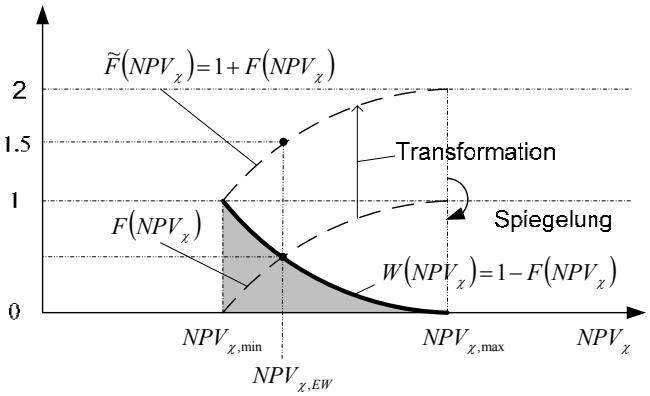


Abb. 4.55: NPV-Wahrscheinlichkeitskurve der baulichen Lösung χ

Bei der probabilistischen Betrachtung der Entscheidung für die bauliche Variante steht nicht nur eine Entscheidungsgrösse $NPV_{\chi,EW}$ zur Verfügung, sondern die Varianz / Streubreite sowie die gesamte Verteilung

möglicher Ergebnisse aufgrund der Varianz der Eingangsgrössen (Abb. 4.55).

Aus Abb. 4.55 erkennt man, dass der $NPV_{\chi,EW}$ -Erwartungswert auch hier den S chlüsselwert / Keyparameter darstellt.

Aus Abb. 4.56 kann man ablesen:

$NPV_{2,EW} > NPV_{1,EW}$

$NPV_{1,EW}$: *wird bei Alternative* $\chi = 1$ *mit* $P_W = 50$ *% Sicherheit erreicht,*

wird bei Alternative $\chi = 2$ *mit* $P_W = 80$ *% Sicherheit erreicht*

$NPV_{1,5\%}$: *wird bei Alternative* $\chi = 1$ *nur noch mit einer Sicherheit von* $P_W = 5$ *% erreicht,*

wird bei Alternative $\chi = 2$ *jedoch mit einer Sicherheit von* $P_W = 60$ *% erreicht*

Aufgrund dieser probabilistischen Ergebnisse können Entscheidungen auf unsicheren Eingangsgrössen „sicherer“ gefällt werden, da man die Auswirkungen von Änderungen auf das Ergebnis mit den Wahrscheinlichkeiten interpretieren kann.

Das LC-NPV-Modell berücksichtigt bei der Berechnung des NPV die monetarisierbaren Lebenszyklus-Umlaufvermögensänderungen sowie die damit verbundenen Unsicherheiten, die jeder Prognoserechnung zugrunde liegen.

Ferner erfolgt mit diesem LC-NPV-Modell eine klare inhaltliche und zeitliche Systemabgrenzung unter Berücksichtigung des Markt- bzw. Restwerts bzw. des Verkaufserlöses jeder der betrachteten baulichen Lösungen. Somit ist sichergestellt, dass nicht nur eine Renditebetrachtung erfolgt, sondern gleichzeitig die Werterhaltung mit einbezogen und monetär bewertet wird. Zudem werden die Lebensdauerkurven verschiedener Bauteile, technischer Einrichtungen und Materialien mathematisch finanziell berücksichtigt.

Mit diesem LC-NPV-Modell als Hilfsinstrument zur Entscheidungsfindung können Entscheidungen begründeter und sicherer gefällt werden.

Wie bei jeder Prognoserechnung entscheiden die Input-Daten über die Qualität des Ergebnisses. Im Rahmen des Facility Managements müssen diese Daten differenziert erfasst und bauteil- und materialspezifisch zugeordnet werden. Die vorhandenen DIN-Normen und GEFMA-Unterlagen bieten dazu gute Strukturierungsgrundlagen der Datenerfassung.

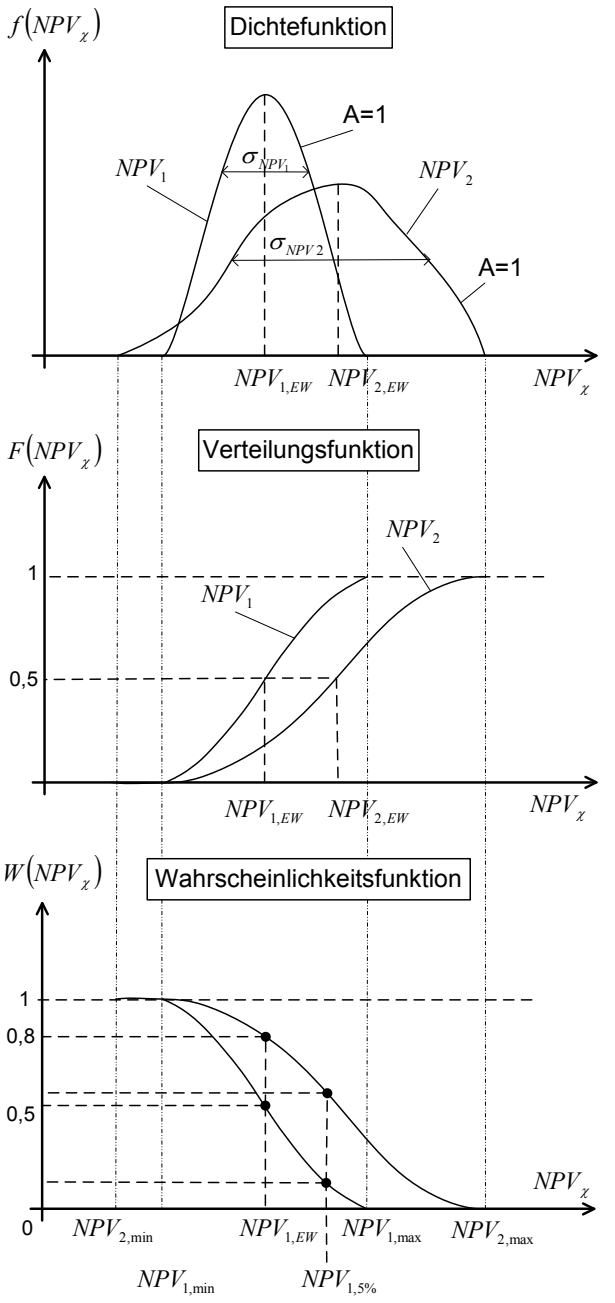


Abb. 4.56: NPV-Dichte-, Verteilungs- und Wahrscheinlichkeitsfunktion für zwei alternative bauliche Lösungen

4.4 LC-NPV-Wirtschaftlichkeitsanalysemodell – Entscheidungshilfen für alternative Unterhaltskonzepte

Die öffentlichen Leistungsträger müssen heute sicherstellen, dass die öffentlichen Aufgaben nach dem ökonomischen Minimal- bzw. Maximalprinzip erfüllt werden. Daher ist es heute selbstverständlich zu prüfen, wie Synergien zwischen öffentlichen und privaten Leistungsträgern generiert werden können. Dabei ist die Public Private Partnership (PPP) eine Variante bei der

- abgegrenzten lebenszyklusorientierten Beschaffung von Projekten in einem spezifischen öffentlichen Aufgabenbereich (Planung, Finanzierung, Bau, Betrieb),
- öffentlichen Aufgabenerfüllung in einem ganzen spezifischen öffentlichen Bereich, bezogen auf die Nutzungs- bzw. Betriebsphase.

Für eine solche Entscheidung ist immer eine Wirtschaftlichkeitsanalyse erforderlich. Für investive projektspezifische PPP kann die Wirrtschaftlichkeitsanalyse analog zu Kapitel 4.3 erfolgen.

Die Entscheidungshilfe für nicht-investive und investive PPP eines ganzen spezifischen öffentlichen Aufgabenbereichs wie z. B. alternative Unterhaltskonzepte (öffentlicher Sektor versus PPP) soll im Folgenden für den kommunalen Strassenunterhalt mit betrieblichem und baulichem Unterhalt sowie Instandhaltungs- und Erneuerungsmassnahmen dargestellt werden.

Das hier vorgestellte Wirtschaftlichkeitsanalysemodell bietet die Grundlage für einen umfassenden probabilistischen Wirtschaftlichkeitsvergleich zwischen Eigenleistung des Public Sector (PS-Abwicklungsform) und der Leistungserbringung durch einen privaten Partner (PPP-Abwicklungsform). Dazu werden, ausgehend von einer klaren Systemabgrenzung, die Net Present Values der alternativen Abwicklungsformen probabilistisch unter Einbeziehung möglicher Risikokosten berechnet und mit Hilfe des Net-Present-Value-Differenzaxioms und des Net-Present-Value-Effizienzaxioms bewertet.

Um zu gewährleisten, dass einerseits kurzfristige Einflüsse durch die Umstellung des Strassenunterhalts nicht überbewertet werden und andererseits auch eine langfristige Wirtschaftlichkeit gesichert ist, muss die Betrachtung über mindestens zwei Langzeitphasen erfolgen. Diese Methode kann auch auf andere öffentliche Aufgabenbereiche übertragen werden, z.B. Abwassernetze, Wasserversorgung.

Systemabgrenzung

Grundlage eines aussagekräftigen Wirtschaftlichkeitsvergleichs zwischen de PS- und der PPP-Abwicklungsform ist eine klare Systemabgrenzung des verwendeten Modells. Dazu ist es erforderlich, von vergleichbaren Randbedingungen auszugehen. Es muss also sowohl eine inhaltliche als auch eine zeitliche Systemabgrenzung für die Betrachtung definiert werden.

Der Wirtschaftlichkeitsvergleich erfolgt nach dem ökonomischen Minimalprinzip, d.h., ein bestimmter Nutzen soll mit einem Minimum an Ausgaben erreicht werden. Für den kommunalen Strassenunterhalt besteht dieser Nutzen in der Erbringung der nötigen Unterhaltsarbeiten. Dabei muss die sichere Benutzung und der Werterhalt des Strassennetzes gewährleistet werden.

Im Folgenden werden zwei Modelle zur Wirtschaftlichkeitsbewertung von öffentlichen Aufgabenerfüllungsleistungen (nicht investiv) dargestellt. Innerhalb dieser Modelle gibt es unterschiedliche Möglichkeiten der Systemabgrenzung.

Inhaltliche Abgrenzung

Zunächst muss festgelegt werden, auf welcher Grundlage, also auf welcher Ebene des Rechungswesens, ein Vergleich durchgeführt werden soll. Für den betrachteten Fall der unterschiedlichen Abwicklung einer Aufgabenerfüllung kommen zwei grundsätzliche Möglichkeiten zur Beurteilung einer Abwicklungsform in Frage (Abb. 4.57):

- Berechnung des Net Present Value / Kapitalwerts der Abwicklungsformen auf Basis einer Cashflow-Betrachtung des Geldvermögens
- Berechnung des Kosten-Barwerts der Abwicklungsformen auf Basis der Vollkostenrechnung

Bei der Berechnung des Net Present Value wird der Saldo aus Ausgaben und Einnahmen im Betrachtungszeitraum gebildet. Dagegen erfolgt der Vergleich der Kosten-Barwerte auf Grundlage aller Kosten, die im Betrachtungszeitraum anfallen, sowie einer kalkulatorischen Verzinsung des eingesetzten Kapitals. Es zeigt sich, dass beide Verfahren zum selben Ergebnis führen [135], [136].

Die Entscheidung darüber, welche Abwicklungsform die wirtschaftlichere ist, erfolgt in beiden Fällen durch einen anschliessenden Vergleich der beiden Abwicklungsformen mittels Kosten-Barwert- bzw. Net-Present-Value-Differenzaxiom sowie Kosten-Barwert- bzw. Net-Present-Value-Effizienzaxiom.

Im Folgenden wird die Wirtschaftlichkeitsanalyse auf Grundlage der Net-Present-Value-Methode dargestellt. Diese bietet durch die Erfassung der realen Zahlungsströme das konsistentere und klarere System. Zudem ist die Betrachtung von Ausgaben und Einnahmen für die Gemeinden, mit meist kameralistisch geführten Haushalten, einfacher durchzuführen.

Entgegen der üblichen Definition des Net Present Value [137] erfolgt die Betrachtung nicht auf der Ebene der liquiden Mittel, sondern auf der Ebene des Geldvermögens (Abb. 4.57). Es werden also die im Betrachtungszeitraum anfallenden Einnahmen und Ausgaben, nicht die Einzahlungen und Auszahlungen betrachtet. Diese Verschiebung der Betrachtungsebene hat den Vorteil, dass Abrechnungen zwischen einzelnen Abteilungen, die nicht zu tatsächlichen Zahlungen führen, dennoch erfasst werden. Für die beim Wirtschaftlichkeitsvergleich der Aufgabenerfüllungsformen betrachteten Geschäftsvorfälle ergeben sich sonst keine weiteren Einflüsse auf das Ergebnis.

Ausgaben und Einnahmen werden mittels dynamischer Berechnungsmethoden auf einen Bezugszeitpunkt diskontiert; sie können einmalig (Investitionen oder Liquidationen) oder regelmässig (z.B. Lohnzahlungen) sein. Es werden die Ausgaben und Einnahmen, die im Rahmen der PS-Abwicklungsform anfallen, den Ausgaben (d.h. den Unternehmerpreisen und internen Zahlungen der Gemeinde für Löhne etc.) und Einnahmen einer PPP-Abwicklung gegenübergestellt.

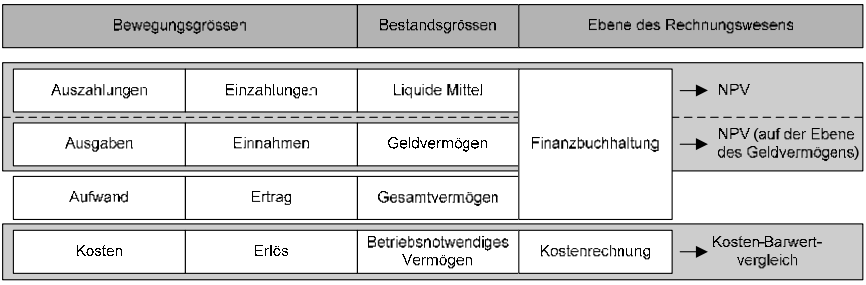


Abb. 4.57: Ebenen der Wirtschaftlichkeitsvergleichsmethoden

Zeitliche Abgrenzung

Für beide Abwicklungsformen (PPP oder PS) muss ein einheitlicher zeitlicher Rahmen definiert werden, in dem die beiden Abwicklungsformen verglichen werden. Hierfür wird die Vertragslaufzeit eines möglichen PPP-Vertrags herangezogen; es wird also ein Startzeitpunkt t=0 und ein Endzeitpunkt t=n festgelegt. Wichtig für die Vergleichbarkeit der beiden Ab-

wicklungsformen ist, dass jeweils zum Anfangs- und im Endzeitpunkt bei den beiden Abwicklungsformen vergleichbare Bedingungen vorliegen.

Da bei der Berechnung des Net Present Value Einnahmen aus dem Verkauf von Immobilien und Inventar berücksichtigt werden, ist eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse nur gegeben, wenn zu Beginn sowie am Ende des Betrachtungszeitraums bei beiden Abwicklungsformen dieselben Anlagegüter vorhanden sind. Im Folgenden werden zwei Varianten der Systemabgrenzung dargestellt, die beide eine klare zeitliche Abgrenzung des Anlagenbestands gewährleisten (Abb. 4.58).

NPV-Systemvariante A

Bei der NPV-Systemvariante A (Abb. 4.58) steht zu Beginn des Betrachtungszeitraums für beide Abwicklungsformen der komplette, bereits zuvor vorhandene Anlagenbestand zur Verfügung; damit sind zu diesem Zeitpunkt für beide Abwicklungsformen dieselben Randbedingungen gegeben. Zu beachten ist, dass wenn der Immobilien- und Inventarbestand zu Beginn oder im Lauf der PPP-Abwicklungsform teilweise oder gesamt veräussert werden kann, am Ende der Laufzeit eine Vergleichbarkeit zunächst nicht gegeben ist, da im Fall der PS-Abwicklungsform diese Anlagen noch vorhanden sind, bei der PPP-Abwicklungsform dann aber nicht mehr.

Daher muss auf Seiten der PS-Abwicklungsform am Ende des Betrachtungszeitraums der dann vorhandene Restwert dieser Anlagen als Einnahme berücksichtigt werden. Dies ist, unabhängig davon, ob ein tatsächlicher Verkauf stattfindet oder nicht, nötig, um zum Zeitpunkt t=n wiederum gleiche Randbedingungen auf beiden Seiten herzustellen.

Für den Fall, dass bei der PPP-Abwicklungsform nicht alle Anlagegüter verkauft werden, vermindern sich die Einnahmen aus dem Verkauf zu Beginn der Laufzeit, dafür fällt dann aber auch bei der PPP-Abwicklungsform ein Restwert am Ende der Laufzeit als Einnahme an.

Bei der NPV-Systemvariante A1 wird davon ausgegangen, dass die bei der PPP-Abwicklungsform nicht mehr benötigten Anlagen zu Beginn der Laufzeit verkauft werden. Die Systemvariante A2 deckt den Fall ab, dass diese Anlagen erst am Ende oder während der Laufzeit verkauft werden, etwa weil ein kurzfristiger Verkauf nicht möglich ist. In diesem Fall fallen bis zum Verkaufszeitpunkt bei der PPP-Abwicklungsform Mieteinnahmen aus einer möglichen Vermietung der Anlagegüter an Dritte an.

NPV-Systemvariante B

Bei der NPV-Systemvariante B (Abb. 4.58) wird die Vergleichbarkeit der Randbedingungen dadurch hergestellt, dass der Anlagenbestand am Anfang und Ende der Laufzeit für beide Abwicklungsformen gleich null ist.

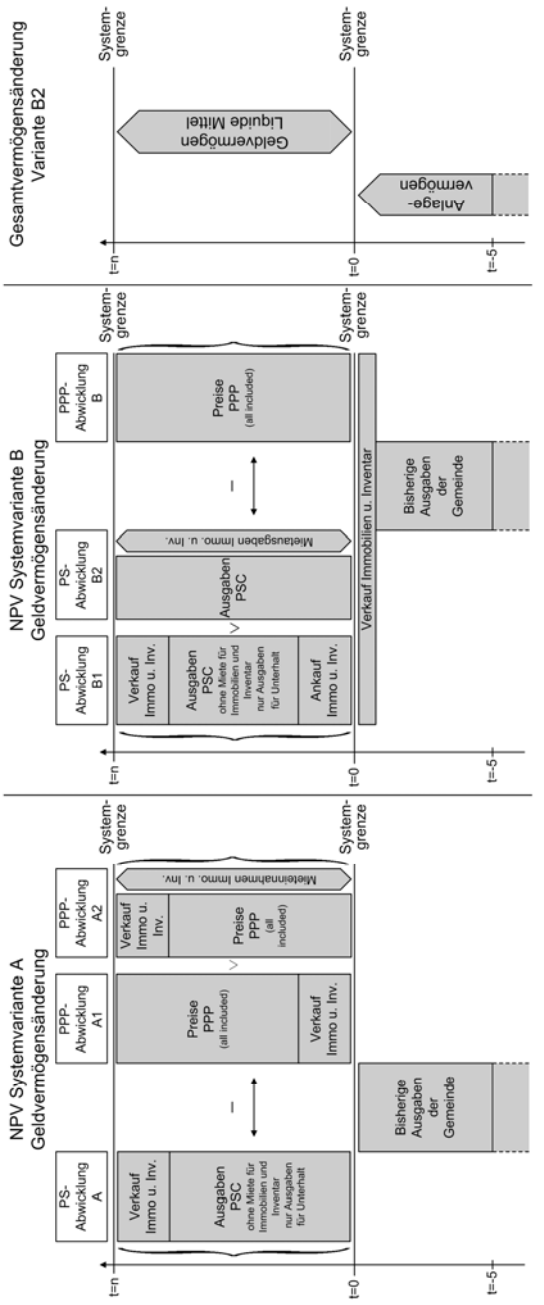


Abb. 4.58: NPV-Systemvarianten für das NPV-Wirtschaftlichkeitsvergleichsmodell auf der Ebene des Geldvermögens (cashflow-orientiert)

Daher findet zu einem Zeitpunkt $t < 0$ ein theoretischer Verkauf des Anlagenbestands statt. Die Einnahmen aus diesem Verkauf werden nicht berücksichtigt, da sie nicht in den Betrachtungszeitraum fallen. Bei der PS-Abwicklungsform müssen die weiterhin benötigten Anlagegüter zu Beginn des Betrachtungszeitraums entweder wieder zurückgekauft werden (B1); in diesem Fall werden die hierfür anfallenden Ausgaben bei der Berechnung des Net Present Value berücksichtigt; oder die Ausgaben für diese Anlagegüter werden in Form von Mietausgaben berücksichtigt (B2). Bei der NPV-Systemvariante B1 wird am Ende der Laufzeit dann der Restwert der Anlagegüter in Form von Einnahmen aus einem theoretischen Verkauf berücksichtigt.

Zu beachten ist, dass sowohl B1 als auch B2 theoretische Systemabgrenzungen darstellen. Es findet kein tatsächlicher Verkauf statt; entsprechend werden auch nicht tatsächlich Immobilien und Inventar angemietet (soweit das nicht vorher schon der Fall war). Insbesondere die Systemvariante B2 bietet aber die Möglichkeit, die schwer zu erfassenden tatsächlichen Zahlungsströme in Form von Mietsätzen einfach und praktikabel abzubilden. Diese Mietansätze können entweder aus Abschreibungen und Unterhaltskosten (soweit diese in einem internen Rechnungswesen erfasst werden), aus internen Verrechnungssätzen oder aus marktüblichen Mietpreisen gewonnen werden.

Für die PPP-Abwicklungsform müssen die Anlagegüter bei dieser Variante nicht weiter betrachtet werden.

Werden auch bei der PPP-Abwicklungsform gewisse Anlagegüter weitergenutzt, so werden diese analog zur PS-Abwicklungsform behandelt. Sie müssen also angemietet oder zu Beginn der Laufzeit zurückgekauft und am Ende der Laufzeit ihr Restwert angesetzt werden.

Sowohl NPV-Systemvariante A als auch NPV-Systemvariante B bieten eine klare Systemabgrenzung, auf deren Grundlage ein Vergleich der beiden Abwicklungsformen möglich ist. Die für die meisten Gemeinden praktikabelste NPV-Systemvariante ist die Variante B2. Hier ist es nicht nötig, den Anlagenbestand zu bewerten und mögliche Verkaufserlöse in der Zukunft abzuschätzen. Die Ausgaben für Immobilien und Inventar werden über Mietsätze berücksichtigt. Die Formeln für den Wirtschaftlichkeitsvergleich wurden für alle NPV-Systemvarianten entwickelt [136], im Folgenden werden sie auf Basis der NPV-Systemvariante B2 dargestellt.

Berechnung des Net Present Value einer Abwicklungsform

Die Daten für die Wirtschaftlichkeitsvergleiche zur Beurteilung der PS-Abwicklungsform werden aus der „betrieblichen“ Buchhaltung der Gemeinden entnommen. Die Ausgaben der PPP-Abwicklung werden einer-

seits aus dem identifizierten bzw. vermuteten Effizienzpotenzial der PS-Abwicklung (Ausgaben der Gemeinde) prognostiziert bzw. nach Vorlage der Angebote der Unternehmer aus deren Angeboten entnommen und ergänzt. Zudem werden die Kosten potenzieller Risiken kalkulatorisch probabilistisch abgeschätzt.

Da beim Wirtschaftlichkeitsvergleich der beiden Abwicklungsformen für den Strassenunterhalt als öffentliche Aufgabenerfüllung nach dem jetzigen politischen Paradigma keine direkten Einnahmen erzielt werden und somit immer die Ausgaben überwiegen, werden zur Berechnung des Net Present Value die jährlichen Cash Drains herangezogen. Ein Cash Drain stellt einen negativen Cashflow, also einen Verlust an Geldmitteln, dar.

Mit dieser Definition des Net Present Value wird erreicht, dass er für die beiden betrachteten Abwicklungsformen immer positiv wird. Ein positiver Net Present Value wie auch ein positiver Cash Drain bedeuten also einen Abfluss an Geldmitteln. Der Net Present Value ist dann die diskontierte Summe der Cash Drains und wird damit positiv, wenn die Ausgaben die Einnahmen übersteigen.

Der Vergleich basiert auf der Zusammenstellung aller Ausgaben und Einnahmen einer Abwicklungsform, die auf den heutigen Zeitwert bemessen werden.

Es werden die folgenden Begriffe und Wertgrössen definiert:

Cash Drain:

- Saldo aus Ausgaben (Hauptelemente) und Einnahmen (Nebenelemente) sowie singulären Einzelausgaben

$$C_t = A\big|_{t=1}^{n} - E_t\big|_{t=t_a^E}^{t_e^E} + \left\{ A_t^E \middle| A_t^E = A_{\lambda_j}^E \;\; \textit{für} \;\; t = \{\lambda_j\} = (\lambda_1, \lambda_2, ..., \lambda_{m_3}) \vee \; A_t^E = 0 \;\; \textit{für} \;\; t \neq \{\lambda_j\} \right\}\Big|_{t=1}^{n}$$

Net Present Value:

- Diskontierte Summe (Kapitalwert) der Cash Drains, gewichtet nach Zeitpunkt des Auftretens, bezogen auf einen Bezugszeitpunkt durch Diskontierung

$$NPV_{t_B} = \sum_{t=1}^{n} \frac{C_t}{(1+q)^{(t-t_B)}}$$

$$= \sum_{t=1}^{n} \frac{A_t}{(1+q)^{(t-t_B)}} - \sum_{t=t_a^E}^{t_e^E} \frac{E_t}{(1+q)^{(t-t_B)}}$$

$$+\sum_{t=1}^{n}\left\{A_t^E \middle| A_t^E = \frac{A_{\lambda_j}^E}{(1+q)^{(\lambda_j - t_B)}} \;\; für \;\; t = \{\lambda_j\} = (\lambda_1, \lambda_2, ...\lambda_{m3}) \;\vee\; A_t^E = 0 \;\; für \;\; t \neq \{\lambda_j\}\right\}$$

NPV_{t_B} : Net Present Value bezogen auf den Bezugszeitpunkt t_B

C_t : Cash Drain im Jahr t

A_t : Ausgaben periodisch über die Laufzeit ($0 < t \leq n$) in gleicher oder unterschiedlicher Höhe

E_t : Einnahmen periodisch über eine begrenzte Laufzeit ($t_a^E \leq t \leq t_e^E$) in gleicher oder unterschiedlicher Höhe (Nebenelemente)

A_t^E : Einzelausgaben aperiodisch, einmalig oder mehrmalig in grösseren oder kleineren zeitlichen Abständen

t : Laufzeitindex

t_B : Referenz- / Bezugszeitpunkt der Betrachtung

n : Letztes Jahr des Betrachtungszeitraums

t_a^E : Erstes Jahr, in dem Einnahmen anfallen

t_e^E : Letztes Jahr, in dem Einnahmen anfallen

λ_j : Jahr, in dem singuläre, aperiodische Liquidationen auftreten

m_3 : Anzahl der aperiodischen Einzel-Liquidationen (1,2,3, …, m_3)

q : Diskontierungszinssatz

j : Laufindex

Jahre t	1	2	3	4	5	6	7	…	n
Ausgaben	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7	...	A_n
Einnahmen	E_1	E_2	E_3	E_4	E_5	E_6	E_7	...	E_n
Einzelausgaben	/	$A_{\lambda_1}^E = A_2^E$ $t = \lambda_1 = 2$ $j = 1$	/	/	$A_{\lambda_2}^E = A_2^E$ $t = \lambda_2 = 5$ $j = 2$	/	$A_{\lambda_3}^E = A_7^E$ $t = \lambda_3 = 7$ $j = 3$		/

Abb. 4.59: Beispiel für die zeitliche Verteilung der Ausgaben, Einnahmen und Einzelausgaben

Net-Present-Value-Ansatz für den Public Sector Comparator

Die Zusammenstellung aller mit den öffentlichen Aufgaben verbundenen Ausgaben (und Einnahmen, soweit vorhanden) der öffentlichen Eigenleistung wird „Public Sector Comparator (PSC)“ genannt. Der Public Sector Comparator kann als output- und risikoorientierte dynamische Ermittlung des Net Present Value von hypothetischen Anbieterpreisen der öffentlichen Hand definiert werden, oder auch als die Zusammenstellung und Diskontierung aller mit der öffentlichen Eigenleistung verbundenen Ausgaben (und Einnahmen) auf einen Zeitwert [138].

Ziel eines Public Sector Comparator ist es, der öffentlichen Hand Bezugswerte für die Vergabe von Leistungen zu liefern, anhand derer der „value for money“, d.h. die Effizienz der Abwicklungsform, bewertet werden kann [139].

Die Erfassung der Ausgaben kann entweder nach Hauptausgabengruppen oder Ausgabenarten (analog Kostenarten) erfolgen (Abb. 4.60).

Abb. 4.60: PSC-Ausgabenstruktur mit Basisausgabenansätzen für den PSC-Net-Present-Value gemäss NPV-Systemvariante B2 (Abb**.** 4.58)

PSC-Cash-Drain und PSC-Net-Present-Value in Abhängigkeit von den Haupt- und Unterausgabengruppen

Der PSC-Net-Present-Value-Ansatz nach Hauptausgabengruppen entsprechend der in Abb. 4.60 dargestellten Ausgabenstruktur und wird gemäss NPV-Systemvariante B2 aus der Summe der Jahre t wie folgt gebildet:

Ausgehend von den Cash-Drain-Anteilen zum Zeitpunkt t=0 wird der Net Present Value zum Betrachtungszeitpunkt tB durch Multiplikation der einzelnen Anteile mit dem jeweiligen Nettodiskontierungsfaktor berechnet.

Der Nettodiskontierungsfaktor setzt sich aus einer Aufzinsung vom Zeitpunkt t=0 bis zum Zeitpunkt t mittels der jeweiligen Ausgabensteigerungsindizes und anschliessender Diskontierung auf Basis der Geldwertentwicklung auf den Zeitpunkt tB zusammen.

$$NPV_{t_B}^{PSC} = \sum_{t=1}^{n} \left(\underline{C_0^{PSC}}\right)^T \cdot \left(\underline{NDF_t^{PSC,\mu}}\right)$$

mit: $\left(\underline{C_0^{PSC}}\right) = \begin{pmatrix} A_0^{PSC,a} \\ R_0^{PSC,b} \\ P_0^{PSC,Proj} \\ R_0^{PSC,Proj} \\ R_0^{PSC,E} \end{pmatrix}$ und $\left(\underline{NDF_t^{PSC,\mu}}\right) = \left(\underline{\frac{(1+\mu I)^t}{(1+q)^{(t-t_B)}}}\right)$

$NPV_{t_B}^{PSC}$: Net Present Value der PS-Abwicklungsform bezogen auf den Zeitpunkt t_B

$\left(\underline{C_0^{PSC}}\right)$: Vektor der Cash-Drain-Anteile der PS-Abwicklungsform im Jahr t=0

$A_0^{PSC,a}$: Ausgaben a der PS-Abwicklungsform im Jahr t=0, a = {Verwaltung, Werkhof, betrieblicher Unterhalt, baulicher Unterhalt}

$R_0^{PSC,b}$: Risikokosten b der PS-Abwicklungsform im Jahr t=0, b= {natürlich, anthropogen, betrieblicher Unterhalt, baulicher Unterhalt}

$P_0^{PSC,Proj}$: Projektausgaben der PS-Abwicklungsform im Jahr t=0

$R_0^{PSC,Proj}$: Projektrisiken der PS-Abwicklungsform im Jahr t=0

$R_0^{PSC,E}$: Einmalige Risiken der PS-Abwicklungsform im Jahr t=0

$\left(\underline{NDF_t^{PSC,\mu}}\right)$: Vektor der Nettodiskontierungsfaktoren μ (μ = {Lohn, Produktion, …}) für das Jahr t

μI: Ausgabensteigerungsindex μ (μ = {Lohn, Produktion, …})

q: Diskontierungszinssatz (Geldwertentwicklung)

t: Laufzeitindex

t_B: Referenz- / Bezugszeitpunkt der Betrachtung

n: Letztes Jahr des Betrachtungszeitraums

Net-Present-Value Ansatz für die PPP-Abwicklung

Bei der Berechnung des NPV der PPP-Abwicklungsform müssen nicht nur die Zahlungen an den Unternehmer, sondern auch weiterhin bestehende sowie neue Ausgaben der Gemeinde berücksichtigt werden. Entscheidet sich eine Gemeinde für eine PPP-Abwicklungsform im kommunalen Strassenunterhalt, so kann sie meist ihre bestehenden Basisausgaben im Strassenunterhalt nicht direkt auf Null reduzieren. So können beispielsweise langjährige Mitarbeiter nicht sofort gekündigt bzw. in andere Abteilungen versetzt oder Gebäude und Inventargegenstände, die von anderen Abteilungen ebenfalls genutzt werden, nur bedingt veräussert bzw. vermietet werden. Zusätzlich fallen der Gemeinde durch die PPP neue Ausgaben an, z.B. für die Ausschreibung und Vergabe von PPP-Leistungen oder den erhöhten Steuerungs- und Kontrollaufwand während der Partnerschaft.

Bei einer Wirtschaftlichkeitsanalyse einer Aufgabenerfüllungs-PPP wird eine zweifache Langzeitbetrachtung wie folgt angestellt:

1. Langzeitphase mit Etablierungs- und Routinephase

2. bis m. Langzeitphase mit ausgedehnter Routinephase

Um die Vergleichbarkeit beider Langzeitphasen sicherzustellen, wird angenommen, dass beide Perioden die gleiche Laufzeit haben. Zum Vergabezeitpunkt am Beginn der 1. Langzeitphase wird die Wirtschaftlichkeit für beide Langzeitphasen antizipiert und überprüft. Nur wenn der Net Present Value der 1. und der 2. PPP-Langzeitphase günstiger ist als der Net Present Value der PS-Abwicklungsform, wird die PPP-Abwicklungsform als insgesamt günstiger angesehen. Die Ausgabenstrukturen in der 1. bzw. 2.-m. PPP-Langzeitphase sind in Abb. 4.61 dargestellt.

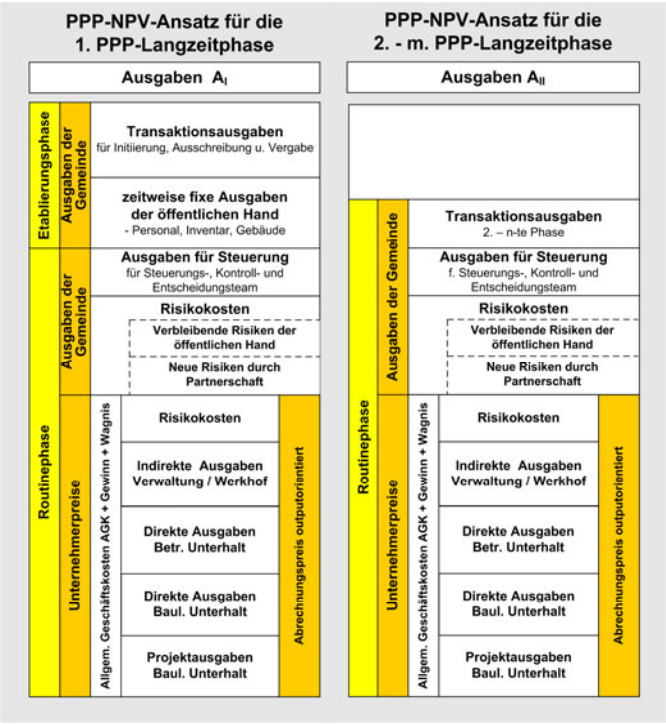


Abb. 4.61: PPP-Ausgabenstruktur in der 1. und 2.-m. PPP-Langzeitphase für den PPP-Net-Present-Value gemäss NPV-Systemvariante B (Abb**.** 4.58**)**

Die 1. PPP-Langzeitphase wird in Etablierungs- und Routinephase untergliedert. Wenn eine Gemeinde / Stadt den kommunalen Strassenunterhalt von traditioneller Eigenleistung auf einen PPP-Strassenunterhalt umstellt, muss die bestehende Organisations- und Leistungsstruktur einer radikalen Reorganisation unterzogen werden; in dieser Zeit werden zusätzliche Übergangsausgaben anfallen.

Ab der 2. PPP-Langzeitphase ist davon auszugehen, dass die Ausgaben der Übergangsphase für Personalanpassungen und Mieten bzw. Finanzierungen von Inventar und Gebäude nicht mehr anfallen.

Der PPP-Net-Present-Value gemäss NPV-Systemvariante B für die 1. bzw. 2. PPP-Langzeitphase über die Zeitspanne t=1 bis t=n ergibt sich entsprechend der in Abb. 4.61 dargestellten Ausgabenstruktur wie folgt:

$$NPV_{t_B}^{PPP,I/II} = \sum_{t=1}^{n} \left(\underline{C_0^{PPP,I/II}}\right)^T \cdot \left(\underline{NDF_t^{PPP,I/II,\mu}}\right)$$

mit:
$$\left(\underline{C_0^{PPP,I/II}}\right) = \begin{pmatrix} A_0^{PPP,a} \\ R_0^{PPP,b} \\ P_0^{PPP,Proj} \\ R_0^{PPP,Proj} \\ R_0^{PPP,E} \end{pmatrix}$$

und:
$$\left(\underline{NDF_t^{PPP,I/II,\mu}}\right) = \left(\underline{\frac{(1+\mu I)^t}{(1+q)^{(t-t_B)}}}\right)$$

$NPV_{t_B}^{PPP,I/II}$: Net-Present-Value der 1. bzw. 2. PPP-Langzeitphase bezogen auf den Zeitpunkt t_B

$\left(\underline{C_0^{PPP,I/II}}\right)$: Vektor der Cash-Drain-Anteile der 1. bzw. 2. PPP-Langzeitphase im Jahr t=0

$A_0^{PPP,a}$: Ausgaben a der PPP-Abwicklungsform im Jahr t=0
1. PPP-Langzeitphase:
a = {Transaktion, Übergangsausgaben, Steuerung, Unternehmerpreise}
2. PPP-Langzeitphase:
a = {Transaktion, Steuerung, Unternehmerpreise}

$R_0^{PPP,b}$: Risikokosten b der PPP-Abwicklungsform im Jahr t=0
b = {verbleibende Risiken, neue Risiken}

$P_0^{PPP,Proj}$: Projektausgaben der PPP-Abwicklungsform im Jahr t=0

$R_0^{PPP,Proj}$: Projektrisiken der PPP-Abwicklungsform im Jahr t=0

$R_0^{PPP,E}$: Einmalige Risiken der PPP-Abwicklungsform im Jahr t=0

$\left(\underline{NDF_t^{PPP,I/II,\mu}}\right)$: Vektor der Nettodiskontierungsfaktoren μ (μ = {Lohn, Produktion,…}) für das Jahr t

μI :	Ausgabensteigerungsindex μ (μ = {Lohn, Produktion, …})
q :	Diskontierungszinssatz
t :	Laufzeitindex
t_B :	Referenz- / Bezugszeitpunkt der Betrachtung
n :	Letztes Jahr des Betrachtungszeitraums

Berechnung der Risikokosten

Die Risiken, die die Gemeinden / Städte bei PS- und PPP-Abwicklungsformen tragen, müssen gemäss vertraglicher Risikoverteilung getrennt gemeindespezifisch im Rahmen des Wirtschaftlichkeitsvergleichs analysiert werden. Einen Teil der Risiken des Strassenunterhalts werden die Gemeinden in jedem Fall zu tragen haben (verbleibende Risiken); durch die PPP entstehen aber auch neue Risiken für die Gemeinde, z.B. durch Insolvenz des Partners.

Risiken werden in der Projektabwicklung und in der strategischen Unternehmensführung üblicherweise in Form von Risikokosten berücksichtigt.

Daher wird im Folgenden auf diesen Begriff und die damit verbundenen Überlegungen zur Risikobetrachtung zurückgegriffen. Da davon ausgegangen werden kann, dass die betrachteten Risiken für die Gemeinden zu Ausgaben in Höhe der Risikokosten führen (in diesem Fall: Ausgaben = Kosten), können die Risikokosten wie Ausgaben in die NPV-Berechnung einfliessen.

Für die Berechung der Risikokosten wird auf weiterführende Literatur zu diesem Thema [136], [33] sowie das Forschungsprojekt „Risikomanagement bei PPP-Unterhaltsprojekten kommunaler Strassennetze“ des Instituts für Bauplanung und Baubetrieb der ETH Zürich verwiesen.

Wirtschaftlichkeitsvergleich mittels NPV-Differenz- und NPV-Effizienzaxiom

Zur Bestimmung der Wirtschaftlichkeit einer PPP-Abwicklungsform (in Kooperation mit Privaten) gegenüber der PS-Abwicklungsform (Eigenleistung) werden die folgenden beiden Axiome eingeführt:

- Net-Present-Value-Differenzaxiom als notwendige Bedingung
- Net-Present-Value-Effizienzaxiom als hinreichende Bedingung

In allen Stufen der Initiierung einer PPP, d.h. in der Konzept- und Ausschreibungsphase, muss der positive Nachweis erbracht werden, dass die PPP-Abwicklungsform günstiger als die PS-Abwicklungsform ist.

Daher wird im Net-Present-Value-Differenzaxiom die Differenz der Net Present Values zwischen Eigenleistung (PS) und Kooperationsleistung (PPP) gebildet. Die notwendige Bedingung ist erfüllt, wenn die Net-Present-Value-Differenz zwischen beiden Abwicklungsformen positiv, d.h. die Eigenleistung teurer ist. Die Net-Present-Value-Differenz kann als Einsparung der Gemeinde über die gesamte Laufzeit der PPP, abgezinst auf den Zeitwert des Referenz- bzw. Betrachtungszeitpunkts (t_B), interpretiert werden. Dieser Betrachtungszeitpunkt wird meist auf den Entscheidungszeitpunkt für eine PPP gelegt.

Ist als notwendige Entscheidungsbedingung die Net-Present-Value-Differenz positiv, sagt dies jedoch noch nichts aus über die erzielte durchschnittliche prozentuale Einsparung über die Laufzeit der PPP, bezogen auf den Referenz- bzw. Betrachtungszeitpunkt (t_B).

Daher wird als hinreichende Bedingung die Bewertung der Effizienz über die Laufzeit der PPP mittels Net-Present-Value-Effizienzaxiom als spezifischem, von der Gemeinde festzulegendem Bewertungs- und Entscheidungsmassstab vorgenommen.

Mit dem Net-Present-Value-Effizienzaxiom als hinreichender Bedingung kann man den finanziellen Effizienzgewinn beurteilen. Der Net-Present-Value-Effizienzindex setzt sich aus dem Quotient von Net-Present-Value-Differenz und dem Net-Present-Value der PS-Abwicklungsform als Bezugsgrösse der Gemeinde zusammen. Durch Bezug auf den Kapitalwert ist bereits der zeitliche Bezug durch Teuerung, Realzinsen, etc. berücksichtigt.

Net-Present-Value-Differenzaxiom

Net-Present-Value-Differenz über die gesamte Laufzeit, bezogen auf den Betrachtungszeitpunkt tB unter Beachtung der beiden Langzeitphasen:

$$\Delta NPV_{t_B}^{PSC-PPP} = NPV_{t_B}^{PSC} - Max\left(NPV_{t_B}^{PPP,I}; NPV_{t_B}^{PPP,II}\right)$$

$$\Delta NPV_{t_B}^{PSC-PPP} > 0 \text{ notwendige Bedingung}$$

Net-Present-Value-Effizienzaxiom

Der **totale Net-Present-Value-Effizienzindex** ist die relative Net-Present-Value-Differenz über die gesamte Laufzeit, bezogen auf den Betrachtungszeitpunkt tB unter Beachtung der beiden Langzeitphasen bezogen auf den PSC-Net-Present-Value:

$$NPVE_{t_B}^{PSC-PPP} = \frac{\Delta NPV_{t_B}^{PSC-PPP}}{NPV_{t_B}^{PSC}} \cdot 100 \qquad [\%]$$

$$NPVE_{t_B}^{PSC-PPP} = \left[1 - \frac{Max\left(NPV_{t_B}^{PPP,I}; NPV_{t_B}^{PPP,II}\right)}{NPV_{t_B}^{PSC}}\right] \cdot 100 \qquad [\%]$$

$NPVE_{t_B}^{PSC-PPP} \geq x_2 \; [\%]$ hinreichende Bedingung

$NPVE_{t_B}^{PSC-PPP}$: Total-NPV-Effizienzindex einer PPP- gegenüber einer PS-Abwicklung über die gesamte Laufzeit t=1 bis t=n

$\Delta NPV_{t_B}^{PSC-PPP}$: Net-Present-Value-Differenz zwischen einer PPP- und einer PS-Abwicklung bezogen auf den Zeitpunkt $t=t_B$

$NPV_{t_B}^{PSC}$: Net Present Value der PS-Abwicklungsform bezogen auf den Zeitpunkt $t=t_B$

$NPV_{t_B}^{PPP,I}$: Net Present Value der PPP-Abwicklungsform in der 1. Langzeitphase bezogen auf den Zeitpunkt $t=t_B$

$NPV_{t_B}^{PPP,II}$: Net Present Value der PPP-Abwicklungsform in der 2. Langzeitphase bezogen auf den Zeitpunkt $t=t_B$

n: Letztes Jahr des Betrachtungszeitraums

t_B: Referenz- / Bezugszeitpunkt der Betrachtung

x_2: Minimumeffizienzindex in [%] – wird von der Gemeinde festgelegt

Wird sowohl die notwendige Bedingung (NPV-Differenzaxiom) als auch die hinreichende Bedingung (NPV-Effizienzaxiom) erfüllt, so ist eine Umstellung des Strassenunterhalts von Eigenleistung der öffentlichen Hand auf eine PPP-Abwicklung als wirtschaftlich sinnvoll anzusehen.

Probabilistische Berechnung der Net-Present-Value-Differenz

Die Eingangsgrössen des Wirtschaftlichkeitsvergleichs wie Ausgaben, Einnahmen, Risikokosten sowie der Diskontierungssatz und die Ausgabensteigerungsindizes schwanken aufgrund von natürlichen oder anthropogenen Einflüssen in gewissen Grenzen mit einem meist ausgeprägten

Erwartungswert. Die deterministische Vorgehensweise liefert lediglich einen Erwartungswert, jedoch keine Angaben über die Bandbreite, in der die Ergebnisse schwanken können.

Die probabilistische Berechnung der Net-Present-Value-Differenz kann mit Hilfe des Monte-Carlo-Sampling-Verfahrens oder des Latin-Hypercube-Sampling-Verfahrens erfolgen. Bei diesen Verfahren werden jeweils die Eingangsgrössen der NPV-Berechung gemäss einer durch Minimal-, Maximal- und Erwartungswert der einzelnen Parameter definierten Dichtefunktion zufällig variiert [140]. Als Dichtefunktion kann z.B. eine Beta-PERT-Verteilung (Abb. 4.62) oder eine Dreiecksfunktion herangezogen werden. Die Berechnung erfolgt in einer grossen Anzahl von Simulationsläufen, in denen jeweils ein möglicher Wert der NPV-Differenz ermittelt wird. Die Gesamtheit der Ergebnisse der Simulationsläufe ergibt dann wiederum eine Dichte- und Verteilungsfunktion, aus denen die Bandbreite der möglichen Ergebnisse und die Wahrscheinlichkeit einer positiven bzw. negativen Net-Present-Value-Differenz abgelesen werden kann [136], [33].

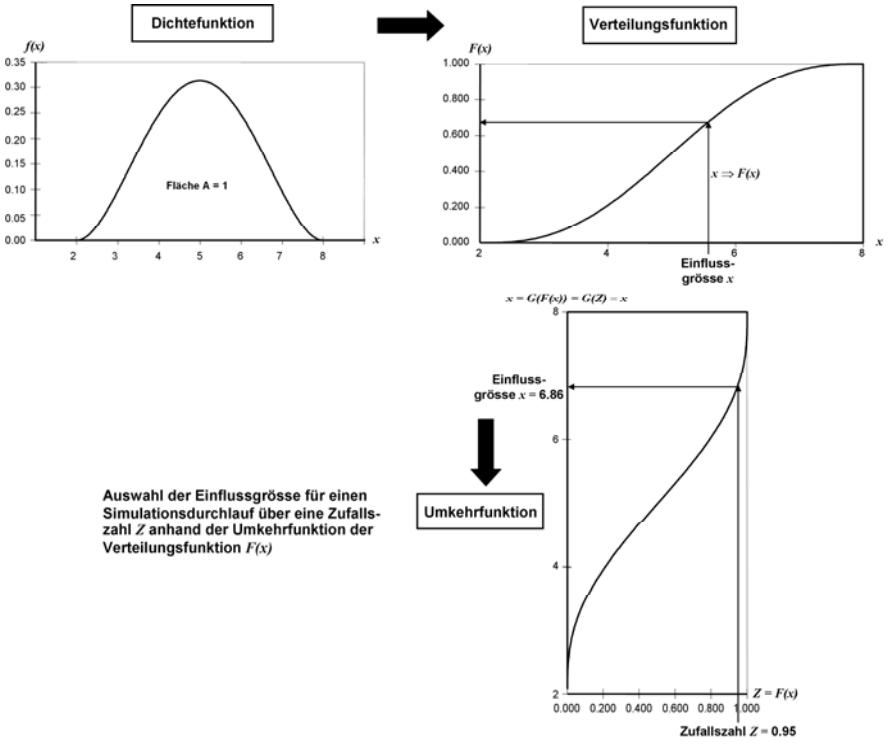


Abb. 4.62: Dichte-, Verteilungs- und Umkehrfunktion einer BetaPERT-Verteilung

Für eine Dreiecks- oder BetaPERT-Dichtefunktion der Cash-Drain-Elemente, der Ausgabensteigerungsindizes sowie des Diskontierungssatzes gilt:

$$f\left(C^{k,c}\right) = Dreieck\left\{C^{k,c}_{\min}, C^{k,c}_{EW}, C^{k,c}_{\max}\right\} \text{ bzw.}$$
$$f\left(C^{k,c}\right) = BetaPERT\left(C^{k,c}_{\min}, C^{k,c}_{EW}, C^{k,c}_{\max}\right)$$

$$f\left(\mu I^{k}\right) = Dreieck\left\{\mu I^{k}_{\min}, \mu I^{k}_{EW}, \mu I^{k}_{\max}\right\} \text{ bzw.}$$
$$f\left(\mu I^{k}\right) = BetaPERT\left(\mu I^{k}_{\min}, \mu I^{k}_{EW}, \mu I^{k}_{\max}\right)$$

$$f\left(q\right) = Dreieck\left\{q_{\min}, q_{EW}, q_{\max}\right\} \text{ bzw.}$$

$$f\left(q\right) = BetaPERT\left(q_{\min}, q_{EW}, q_{\max}\right)$$

mit:

$$C^{k,c}_{\min} \le C^{k,c}_{EW} \le C^{k,c}_{\max},\ \mu I^{k}_{\min} \le \mu I^{k}_{EW} \le \mu I^{k}_{\max},\ q_{\min} \le q_{EW} \le q_{\max}$$

Die dazugehörigen Verteilungsfunktionen:

$$F\left(C^{k,c}, \mu I^{k}, q\right) = \int_{\min}^{\max} f\left(C^{k,c}, \mu I^{k}, q\right) d\left(C^{k,c}, \mu I^{k}, q\right)$$

Die Werte bzw. Ausprägungen der Cash-Drain-Elemente C, Ausgabensteigerungselemente μI und des Diskontierungselements q mit den Verteilungsfunktionen F(C), F(μI), F(q) werden im Simulationslauf υ aus der jeweiligen Umkehrfunktion G(F(C)), G(F(μI), G(F(q)) [136], [33] mittels Zufallszahlen Z_C, $Z_{\mu I}$, Z_q bestimmt:

Cash Drain aus Ausgaben und sekundäre Einnahmen im Simulationslauf υ:

$$C^{k,c}_{t,\upsilon} = \left\{C^{k,c}_{t,\upsilon} \middle| C^{k,c}_{t,\upsilon} = G\left(Z_{C^{k,c}_{t,\upsilon}}\right) \ mit \ \ Z_{C^{k,c}_{t,\upsilon}} = \left\{Z_{C^{k,c}_{t,\upsilon}} \in \mathbb{R} \ \middle| \left(0 \le Z_{C^{k,c}_{t,\upsilon}} \le 1\right)\right\}\right\}$$

Ausgabensteigerungsindexfunktion im Simulationslauf υ:

$$\mu I^{k}_{\upsilon} = \left\{\mu I^{k}_{\upsilon} \middle| \mu I^{k}_{\upsilon} = G\left(Z_{\mu I^{k}_{\upsilon}}\right) \ mit \ \ Z_{\mu I^{k}_{\upsilon}} = \left\{Z_{\mu I^{k}_{\upsilon}} \in \mathbb{R} \ \middle| \left(0 \le Z_{\mu I^{k}_{\upsilon}} \le 1\right)\right\}\right\}$$

Diskontierungsfunktion im Simulationslauf υ:

$$q_{\upsilon} = \left\{q_{\upsilon} \middle| q_{\upsilon} = G\left(Z_{q_{\upsilon}}\right) \ mit \ \ Z_{q_{\upsilon}} = \left\{Z_{q_{\upsilon}} \in \mathbb{R} \ \middle| \left(0 \le Z_{q_{\upsilon}} \le 1\right)\right\}\right\}$$

Net-Present-Value-Differenz im Simulationslauf υ:

$$\Delta NPV_{t_B,\upsilon}^{PSC-PPP} = \sum_{t=1}^{n}\left[\sum_{c} C_{0,\upsilon}^{PSC,c} \cdot \frac{\left(1+\mu I_{\upsilon}^{PSC}\right)^{t}}{\left(1+q_{\upsilon}\right)^{(t-t_B)}} - \sum_{c} C_{0,\upsilon}^{PPP,c} \cdot \frac{\left(1+\mu I_{\upsilon}^{PPP}\right)^{t}}{\left(1+q_{\upsilon}\right)^{(t-t_B)}}\right]$$

Die Dichtefunktion der Net-Present-Value-Differenz ist somit:

$$f\left(\Delta NPV_{t_B,\upsilon}^{PSC-PPP}\right) = f\left(\Delta NPV_{t_B,EW}^{PSC,PPP};\sigma_{PSC-PPP}^{2}\right)\Big|_{\upsilon\le\infty}$$

Die Verteilungsfunktion der Net-Present-Value-Differenz ist somit:

$$F\left(\Delta NPV_{t_B,\upsilon}^{PSC-PPP}\right) = \int_{\Delta NPV_{\min}}^{\Delta NPV_{\max}} f\left(\Delta NPV_{t_B,EW}^{PSC,PPP};\sigma_{PSC-PPP}^{2}\right) d\left(\Delta NPV\right)\Big|_{\upsilon\le\infty}$$

$C^{k,c}$:	Cash-Drain-Element c der Abwicklungsform k
k:	Abwicklungsform $k=\left(PSC\vee PPP\right)$
c:	Cash-Drain-Elemente c={betrieblicher Unterhalt, baulicher Unterhalt, Werkhof, Verwaltung, …}
$f\left(C^{k,c},\mu I^{k},q\right)$:	Dichtefunktion von $C^{k,c}$ bzw. μI^{k} bzw. q
$F\left(C^{k,c},\mu I^{k},q\right)$:	Verteilungsfunktion von $C^{k,c}$ bzw. μI^{k} bzw. q
$C_{\min}^{k,c} / \mu I_{\min}^{k} / q_{\min}$:	Minimaler Wert von $C^{k,c} / \mu I^{k} / q$
$C_{EW}^{k,c} / \mu I_{EW}^{k} / q_{EW}$:	Erwartungswert von $C^{k,c} / \mu I^{k} / q$
$C_{\max}^{k,c} / \mu I_{\max}^{k} / q_{\max}$:	Maximaler Wert von $C^{k,c} / \mu I^{k} / q$
$C_{t,\upsilon}^{k,c}$:	Cash-Drain-Element c der Abwicklungsform k im Simulationslauf υ zum Zeitpunkt t
μI_{υ}^{k}:	Ausgabensteigerungsindexfunktion μ der Abwicklungsform k im Simulationslauf υ
q_{υ}:	Diskontierungsfunktion im Simulationslauf υ
$\Delta NPV_{t_B,\upsilon}^{PSC-PPP}$:	Net-Present-Value-Differenz bezogen auf den Zeitpunkt t_B im Simulationslauf υ
$\Delta NPV_{t_B,EW}^{PSC-PPP}$:	Erwartungswert der Net-Present-Value-Differenz bezogen auf den Zeitpunkt t_B
$\sigma_{PSC-PPP}^{2}$:	Standardabweichung der Net-Present-Value-Differenz

$Z_{C_{t,\upsilon}^{k,c}}$: Zufallszahl für die Cash-Drain-Funktion $C_{t,\upsilon}^{k,c}$

$Z_{\mu I_\upsilon^k}$: Zufallszahl für Ausgabensteigerungsfunktion μI_υ^k

Z_{q_υ} : Zufallszahl für die Diskontierungsfunktion q_υ

υ : Simulationslauf / Szenario υ

In Abb. 4.63 ist exemplarisch das Ergebnis einer probabilistischen Berechnung der NPV-Differenz dargestellt. In diesem Fall ergibt sich ein Erwartungswert der Einsparung durch eine PPP-Abwicklung von 1 103 915 CHF. Aus der Verteilungsfunktion kann abgelesen werden, dass mit einer Wahrscheinlichkeit von 63.02 % eine Einsparung gegenüber der Abwicklung des Strassenunterhalts in Eigenleistung der Gemeinde zu erwarten ist.

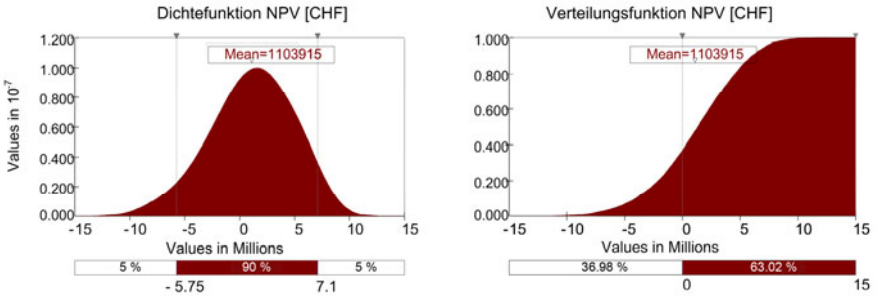


Abb. 4.63: Ergebnis einer probabilistischen Berechnung der NPV-Differenz

Fazit

Die Entscheidung, ganze öffentliche Aufgabenbereiche wie z.B. den Strassenunterhalt im Rahmen einer Public Private Partnership abzuwickeln, hat für eine Gemeinde weitreichende Folgen. Einmal abgebaute Kapazitäten, verbunden mit dem Verlust an Know-how, können nur schwer wieder aufgebaut werden. Das sollte eine Gemeinde aber nicht davon abhalten, die Möglichkeit einer wirtschaftlicheren Abwicklung des Strassenunterhalts zu prüfen und gegebenenfalls auch umzusetzen. Der verantwortungsvolle Umgang mit Steuergeldern macht es erforderlich, vor einer solchen Entscheidung eine verlässliche Prognose bzw. Berechnung der Wirtschaftlichkeit durchzuführen und daraus die entsprechenden Konsequenzen zu ziehen.

Das Net-Present-Value-Differenzaxiom in Verbindung mit dem Net-Present-Value-Effzienzaxiom bietet die Möglichkeit, auf Grundlage einer klaren Systemabgrenzung eine umfassende Wirtschaftlichkeitsanalyse der alternativen Abwicklungsformen anzustellen. Dazu ist es erforderlich, die bisherigen Ausgaben für den Strassenunterhalt durch die Gemeinde möglichst genau zu erfassen und verlässliche Werte für die Ausgaben einer PPP-Abwicklung anzusetzen. Die weiterhin bestehenden Unsicherheiten werden durch den probabilistischen Ansatz der NPV-Berechung sowie die mit einzubeziehenden Risikokosten abgefangen.

Die hier vorgestellte LCC-NPV-Wirtschaftlichkeitsanalyse kann u.a. für den Unterhalt von

- Kanalnetzen
- Autobahnen
- Tunneln

analog angewendet werden.

5 Traditionelle Projektabwicklungsformen im Hochbau und Infrastrukturbereich

5.1 Einzelleistungsträger

Bei diesem traditionellen Bauprozess (Abb. 5.1) führt der Bauherr Planung und Ausführung mittels individuell vertraglich beauftragten Einzelplanern und Einzelunternehmen durch. Bei einer traditionellen Einzelleistungsträgervergabe ist es die Aufgabe der Planer oder des Projektsteuerers, alle planenden Aktivitäten des Projektentwicklungsprozesses durchzuführen sowie die umfangreichen Aktivitäten der Termin-, Kosten- und Qualitätssteuerung in der Planung und Ausführung zu koordinieren (Abb. 5.2). Die ausführenden Unternehmen müssen dann das Projekt nach den Ausschreibungs- bzw. Vertragsunterlagen ausführen und ihre Werkgruppenarbeiten übergeben, ohne dass ihr Know-how in der Planung einfliessen kann.

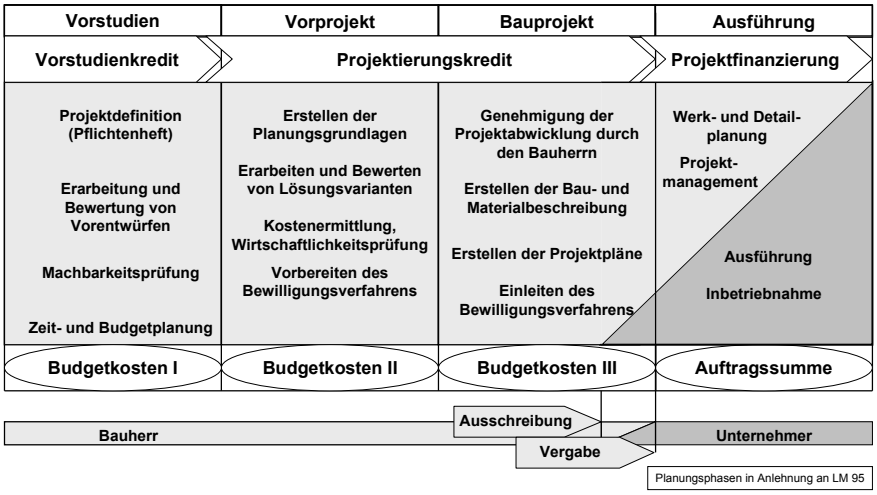


Abb. 5.1: Hochbau – Projektphasen der Einzelleistungsträgerprojektabwicklungsform

G. Girmscheid, *Projektabwicklung in der Bauwirtschaft,* DOI 10.1007/978-3-642-14385-4_5,
© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2010

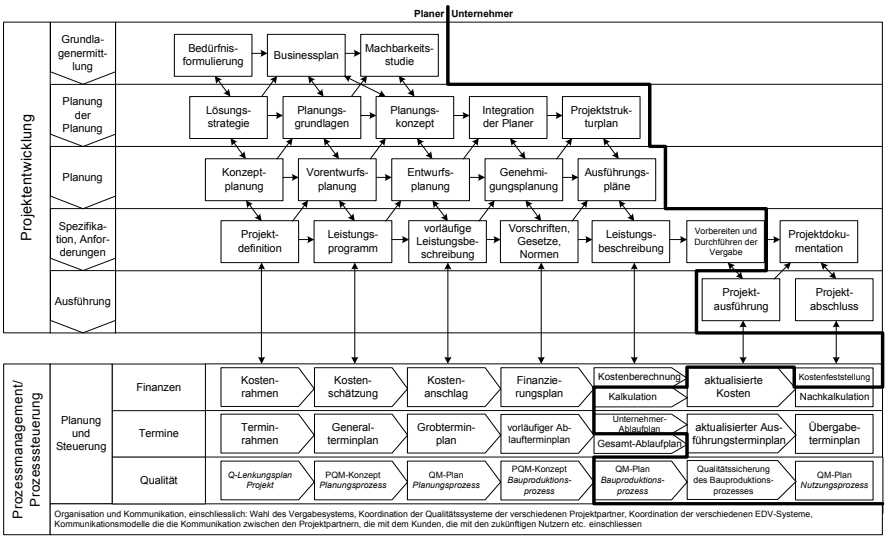


Abb. 5.2: Einzelleistungsträger – Prozess-Aktivitäts-Matrix

Die ausführenden Unternehmen haben keine Gesamtverantwortung für das Projekt in Bezug auf Funktionalität und Vollständigkeit. Jeder Unternehmer ist fragmentiert nur für seinen Teilauftrag verantwortlich. Der Planer bzw. Projektsteuerer hat die Gesamtkoordination und / oder Gesamtverantwortung im Auftrag des Bauhern zu übernehmen, obwohl er dieser aufgrund seiner finanziellen Ressourcen kaum gerecht werden kann.

Die interagierenden Wertesysteme der beteiligten Einzelleistungsanbieter im Prozess der Bauwerkserstellung sind in Abb. 5.3 dargestellt. Die einzelnen Leistungsanbieter in der Planungsphase sowie in der Bauproduktionsphase erstellen innerhalb ihrer Leistungserstellungsprozesse die entsprechende Teilleistung. Durch diese Fragmentierung der Aufgaben im Bauwerkserstellungsprozess interagieren die Wertesysteme der Leistungsanbieter zum Projekt in einer Vielzahl opportunistischer Verhaltensmuster. Damit kommt es zu sehr partikulären Interessen, deren Gleichrichtung auf die Projektziele für einen Dritten, z.B. Planer oder Projektsteuerer, sehr schwierig ist. Aus der Darstellung in Abb. 5.3 wird deutlich, dass der Projekt- bzw. Bauwerkserstellungsprozess nur Phasen mit zugeordneten Aufgaben darstellt. Die Leistungserstellung erfolgt bei den beauftragten Planern und Unternehmern mit ihren eigenen Werte- und Zielsystemen (Abb. 4.2). Dem Bauherrn bzw. seinem Vertreter (Planer, Projektsteuerer) obliegt bei der Einzelleistungsträgerprojektabwicklungsform die Steuerung.

Dazu gehört,

- die Umsetzung der Ziele zu steuern,
- die Schnittstellen zwischen der Vielzahl der Leistungssteller zu koordinieren,
- die Vertragserfüllung zu kontrollieren.

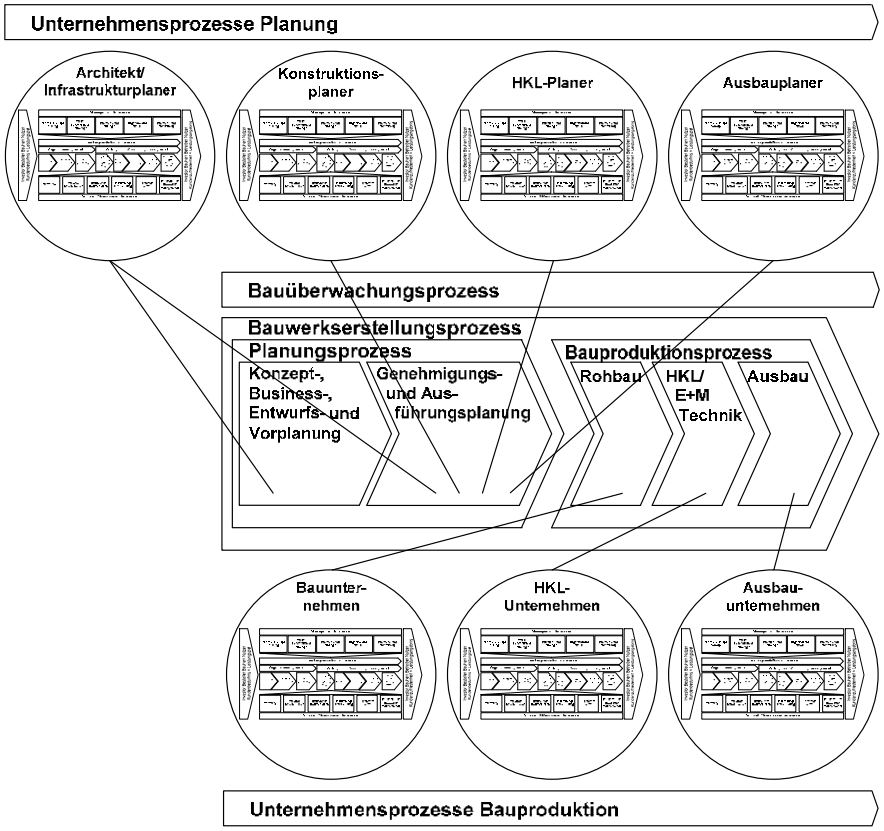


Abb. 5.3: Einzelleistungsträgerabwicklung – Interaktionen der Leistungsanbieterprozesse mit den Bauwerkserstellungsprozessen

Diese Aufgabe ist bei der Projektabwicklungsform ELT aufgrund der vielen Planer und Unternehmer besonders umfangreich.

Die Vorteile für den Bauherrn sind wie folgt:

- Er kann individuell Planung und Ausführung fragmentiert an die hinsichtlich Preis, Qualität und Leistungsfähigkeit besten Planer und Unternehmen vergeben.

- Die Flexibilität in Bezug auf Planungsänderungen bis zur sukzessiven Vergabe ist gross.
- Es besteht reiner Preiswettbewerb.

Die Nachteile für den Bauherrn sind:

- Der Wettbewerb ist nicht life-cycle-orientiert, sondern bezieht sich nur auf die Erstellungskosten.
- Der Planer bzw. Projektsteuerer hat praktisch keine Kostenverantwortung (der Wettbewerb der Einzelleistungsträger bestimmt den Preis).
- Der Bauherr ist mit einer Vielzahl von Planern und Unternehmern mit unterschiedlichen Werte- und Zielsystemen konfrontiert.
- Wenn keine Kosten- und Termingarantien für die Einzelleistungen vereinbart werden, trägt der Bauherr das terminliche und finanzielle Risiko bis zur letzten Vergabe bzw. Abrechnung.
- Der Bauherr steht im direkten Vertragsverhältnis zu allen Einzelleistungsträgern.
- Er ist für die gesamte Koordination der vielen Schnittstellen und deren Auswirkungen auf Kosten und Termine verantwortlich.
- Er ist für das aufwendige Projektmanagement mit dem grössten Leistungsumfang verantwortlich.
- Er trägt das Risiko von kostentreibenden Planungsänderungen.
- Das Potenzial in Bezug auf Nachträge sowie Kosten- und Terminüberschreitungen ist gross.
- Rasche oder beschleunigte Bauprozesse sind kaum möglich.
- Die Zuordnung komplexer Mängel ist für den Bauherrn meist sehr schwierig.
- Der Bauherr trägt das Massen- und Vollständigkeitsrisiko.

Der Bauherr delegiert die Bauleitungsaufgaben meist an einen Architekten oder professionellen Projektmanager oder -steuerer. In der Regel steht dieser im Auftragsverhältnis zum Bauherrn und wird auf der Basis der abgerechneten Bausumme bezahlt. Wenn der Bauherr der von ihm beauftragten Bauleitung in der Honorierung keine Anreize setzt, die Kostenschätzung einzuhalten oder gar zu unterschreiten, hat die Bauleitung daran auch nur ein begrenztes Interesse. Beim Bauherrn bleibt die Verantwortung für alle Handlungen, die die Bauleitung in seinem Auftrag ausführt. Der Bauherr

hat hier, wie bereits erwähnt, den höchsten Aufwand an Projektmanagementleistungen zu erbringen und ein umfangreiches Risiko zu tragen. Er sollte eine besonders strikte Kostenverfolgung und Kostensteuerung von seinem verantwortlichen Planer oder Projektsteuerer verlangen.

Die Einzelleistungsträgerprojektabwicklungsform ermöglicht im Allgemeinen keine rasche und beschleunigte Baurealisierung, da keine scharfen Schnittstellentermine oder weitgehend parallelen Prozesse zwischen den Einzelleistungsträgern möglich sind, ohne gegenseitige Behinderungen mit den damit einhergehenden Nachträgen zu verursachen. Das Abfangen von Verzögerungen führt für den Bauherrn fast immer zu Kostenerhöhungen oder zu umfangreichen, rechtlichen Auseinandersetzungen. Da Einzelleistungsträger – im Gegensatz zu Kooperationen – meist keine besondere gegenseitige Rücksicht zu pflegen haben (konfliktorientiert), weil sie ihren Auftrag grösstenteils nur durch Preiswettbewerb nach dem ökonomischen Minimalprinzip gewonnen haben, ist die Bereitschaft zu Nachträgen sehr hoch, um ihre Ergebnisse zu verbessern. Eine rasche Ausführung in Übereinstimmung mit dem Kostenvoranschlag des Architekten ist oft nicht möglich.

Diese Projektabwicklungsform eignet sich z.B. für Bauherren,

- die ein individuell gestaltetes Bauwerk mit einem Architekten bauen möchten, mit grosser Planungsflexibilität bis hinein in die Ausführungsphase, und die zudem über Budgetflexibilität verfügen, um Kostendifferenzen auffangen zu können, da die realen Kosten sowie der Fertigstellungstermin meist erst am Ende des Projekts bekannt sind;
- die Serienbauten erstellen und somit auf nahezu standardisierte Bauten zurückgreifen; diese Bauherren können mit einem eingespielten Projektmanagementteam den Preiswettbewerb optimal nutzen und dennoch Kosten- sowie Terminsicherheit erreichen;
- die bei der Planung spezielles, industrieproduktionstechnisches Know-how verwenden und somit aus Wettbewerbsschutz keine Dritten fest einbinden. Der Bauherr lässt dann sein Know-how und seine Kompetenz bezüglich des Industrieprozesses optimal in die Planung und Ausführung der baulichen Massnahmen einfliessen. Daher treten diese Bauherren als Systemführer auf und beauftragen in der Planung und Ausführung nur Einzelleistungsträger.

Falls der Bauherr nicht ein externes Planungs- und Projektmanagementteam beauftragt, hat er möglicherweise nach Beendigung der Bauaufgabe Auslastungsprobleme für ein eigenes Planungs- und Bauleitungsteam.

5.2 Bauen nach Smart

Das von SIA und SBV entwickelte Konzept „Bauen nach Smart“ [141] soll eine Effizienz- und Qualitätssteigerung durch verbesserte Zusammenarbeit von Bauherren, Planern und ausführenden Unternehmern erreichen (Abb. 5.4). Das „Bauen nach Smart“ ist durch die folgenden Elemente charakterisiert:

- systematische Zielvereinbarung mit dem Bauherrn zu Beginn der Planung
- Einbezug des Unternehmerwissens vor der Werkplanung und Ausschreibung
- Ausschreibung nach Werkgruppen gemäss detaillierter Werkplanung und mit Hauptmassen. Die Unternehmer können nur Werkteile optimieren. Der Preis sollte möglichst als Werkgruppen-Gesamtpreis offeriert werden.
- Ausführung in Werkgruppen. Die Unternehmer der Werkgruppe koordinieren untereinander ihre Arbeitsabläufe. Die Abrechnung erfolgt vereinfacht gemäss offeriertem Werkgruppen-Gesamtpreis in der Regel ohne Ausmass.

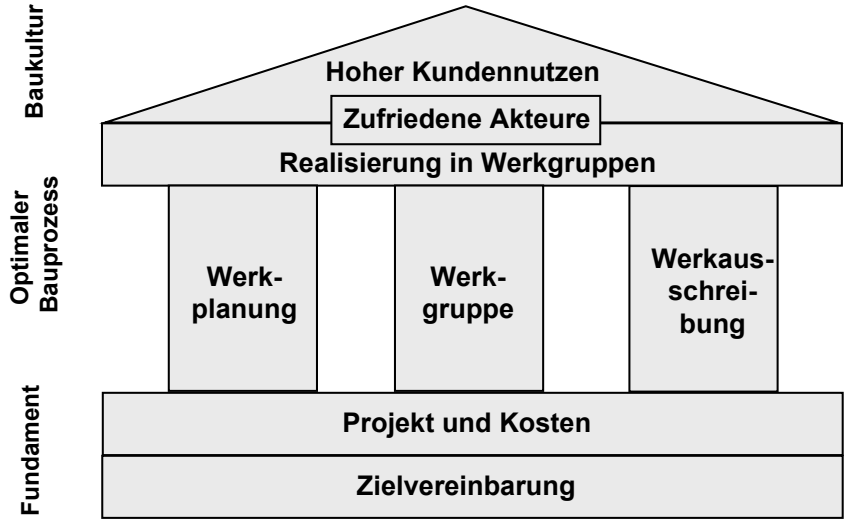


Abb. 5.4: Bauen nach Smart (Quelle: SBV / SIA)

Grundlage des Bauens nach Smart ist eine konkrete Zielvereinbarung, die Bauherr und Planer zu Beginn eines Projekts gemeinsam erarbeiten und deren Einhaltung während der gesamten Projektlaufzeit permanent überprüft wird.

Unter Einbeziehung von Fachplanern und Unternehmern erfolgen teamorientiert die Kostenermittlung und die Umsetzung der Zielvereinbarungen in ein bewilligungsreifes Projekt.

Mit der Werkplanung beginnt die Umsetzung der in den Zielvereinbarungen festgelegten Bedürfnisse und Wünsche des Bauherrn. In dieser Phase werden die Unternehmer bereits als Spezialisten einbezogen. Sie sollen Verbesserungsvorschläge im Sinn der Zielvereinbarungen einbringen und dazu beitragen, dass die Werkleistungen mit realisierbaren Details geplant und ausgeschrieben werden.

Einer der zentralen Punkte des Bauens nach Smart ist die Bildung von Werkgruppen (teamorientiert). Die Zusammensetzung einer Werkgruppe ergibt sich aus den in der Werkplanung definierten Leistungspaketen. Mit Hilfe der Werkgruppen können Schnittstellen minimiert, Abläufe vereinfacht und Werkteile optimiert werden. Die Werkgruppe ist ein branchenübergreifender Zusammenschluss selbständiger Unternehmer, die gemeinsam vom Planer definierte Werkeinheiten anbieten.

Die Werkausschreibung erfolgt auf der Basis der ausführungsreifen Werkpläne, die primäres Informationsmedium des gesamten Projektablaufs sind. Die Werkgruppen erstellen Offerten mit Festpreisen und fixierten Ausführungsterminen und präsentieren diese dem Bauherrn. Bei dieser Präsentation werden auch Garantien und Organisation der Werkgruppen bewertet. Entscheidend für die Vergabe ist nicht nur der Preis, sondern die gesamte offerierte Leistung.

Die Realisierung erfolgt in Form der Werkgruppen mit klar abgegrenzten Verantwortungsbereichen, Zuständigkeiten und Schnittstellen.

Ziel des Bauens nach Smart ist es, die Zufriedenheit aller am Bau Beteiligten zu erhöhen und eine Leistung mit höherer Qualität und höherem Kundennutzen auszuführen.

5.3 Generalplaner

Der Generalplaner erbringt für den Bauherrn komplette Planungsleistungen über alle Fachplanungen und Planungsphasen. Es existiert somit für die Planung nur noch eine Schnittstelle zwischen Planer und Bauherr. Die Gesamtkoordination der Aktivitäten und Prozesse der Planung liegt ausschliesslich beim Generalplaner (Abb. 5.7). Zur Nutzung der Synergien,

die sich daraus entwickeln können, sollte er über ein erfahrenes und eingespieltes Projektteam verfügen, das die anfallenden Leistungen selbst oder in Kooperation mit anderen Fachplanungsgruppen ausführt (teamorientiert).

Um zu vermeiden, dass der Schritt von Einzelplanern zum Generalplaner nur eine Verlagerung der ursprünglichen Schnittstellenfülle von der Organisation des Bauherrn in die des Generalplaners bedeutet, muss der Generalplaner durch ein leistungsfähiges Projektmanagement seine Fachplanungsgruppen untereinander koordinieren und vernetzen.

Um als Generalplaner erfolgreich zu sein, sollte die Kooperation mit Fachplanern projektübergreifend konzipiert, aufgebaut und gepflegt werden. Durch die eingespielten Planungskooperationspartner lässt sich die Abwicklung der Projektierung wirtschaftlicher und rascher durchführen. Dabei ist es empfehlenswert, sich auf Projekte bestimmter Segmente zu konzentrieren. Dies eröffnet die Möglichkeit zur gezielten Schaffung einer wettbewerbsunterscheidenden Kompetenz in den gewählten Segmenten. Wichtig ist, die Organisationsstrukturen des Generalplaners konsequent prozessorientiert auszurichten. Für viele Planungsbüros kann dies eine gravierende Änderung in der Organisations- und Projektabwicklungsstruktur bedeuten.

Hinsichtlich kurzer Planungszeiten hat das Generalplanermodell deutliche Vorteile gegenüber dem Einzelplanermodell. In einem eingespielten und gut organisierten Generalplanerteam können die einzelnen Planungsphasen durch gute Koordination und maximale Parallelisierung verkürzt werden. Dabei spielt zum einen die hohe Kompetenz hinsichtlich des Planungsprozesses eine Rolle und zum anderen die Tatsache, dass die Ergebnisse einzelner Planungsphasen nicht von einem Planer an einen folgenden übergeben werden müssen und so entsprechende Transaktionsverluste vermieden werden können. Die Vorteile für den Bauherrn sind zusammengefasst wie folgt:

- Projektierung in einer Hand
- klare Regelung der Haftung wegen mangelnder Projektierung
- erprobtes Team mit Erfahrung im Projektmanagement
- verbesserte Abstimmung der Schnittstellen
- Möglichkeit beschleunigter Abstimmungsprozesse zwischen erprobten Planerteams
- wirtschaftliche und schnelle Planungsabwicklung

Die Nachteile für den Bauherrn sind:

- Der Wettbewerb ist nicht life-cycle-orientiert, sondern bezieht sich nur auf die Planungs- bzw. Erstellungskosten.
- Der Planer hat praktisch keine Kostenverantwortung.
- Es bestehen Einschränkungen bei der Wahl der Fachplaner.
- Der Bauherr trägt die terminlichen und finanziellen Risiken mindestens bis zur Angebotsabgabe aller Unternehmer.
- Der Bauherr trägt das Massen- und Vollständigkeitsrisiko.

Diese Projektplanungsform sollte heute als Mindeststandard für eine kundenorientierte Leistung durch Architekten und Ingenieure angesehen werden.

5.4 Generalunternehmer

Der Generalunternehmer (Abb. 5.5) realisiert alleinverantwortlich gegenüber dem Bauherrn die schlüsselfertige Erstellung des nutzungsfähigen Bauwerks, meistens unter Übernahme von Kosten-, Termin- und Qualitätsgarantien [142].

Die Kernkompetenzen des Generalunternehmers sind das Ausführungsmanagement und die kompetente Beherrschung der Bauausführung, zumindest der Schlüsselgewerke. Dies ermöglicht den Bauunternehmen, die Optimierung der Ausführung sicherzustellen, dabei Kosten- und Zeitvorteile für den Bauherrn zu erreichen und gleichzeitig für sich komparative Konkurrenzvorteile zu erarbeiten.

Durch die Konzentration auf wenige Marktsegmente können diese Kompetenzen weiter gesteigert und damit eine deutliche Leistungsdifferenzierung gegenüber Mitwettbewerbern erreicht werden. Sie erlauben dem Generalunternehmer die optimale Koordination aller Leistungen, die unter dem Generalleistungsvertrag zu erbringen sind. Dies ist besonders unter Termingesichtspunkten von Bedeutung. So können die Aktivitäten der Bauprozesse maximal parallelisiert und damit in ihrer Dauer minimiert werden (Abb. 5.7).

Besonders bei bautechnisch anspruchsvollen Projekten bietet der Generalunternehmerwettbewerb für den Bauherrn grosse Vorteile, da die Bauunternehmen dabei ihr besonderes Know-how zur Geltung bringen können. Hier ist eine vertiefte Kenntnis und Erfahrung im Bereich der Bauausführung für ein effektives Projektmanagement erforderlich. Der

Generalunternehmer hat somit aufgrund der Erfahrungen und Kompetenzen seiner eigenen Ausführungsbereiche einen Wettbewerbsvorteil gegenüber dem Generalübernehmer. Auch unter terminlichen Gesichtspunkten hat eine vertiefte Herstellungsprozesskompetenz grosse Vorteile, weil damit eine maximale und dennoch kontrollierte Kompression und Parallelisierung der Bauvorgänge ermöglicht wird. Der Generalunternehmer wird in der Regel nur die Bauhilfsmassnahmen planen; in seltenen Fällen erhält er auch die Ausführungsplanung nur des Rohbaus als Nachunternehmerleistung. Damit sichert sich der Bauherr eine bessere Koordination zwischen Ausführungsplanung und Bauausführung in Bezug auf die Gestaltung der baubetrieblichen Arbeitsabschnitte sowie deren zeitliche Koordinierung. Die Genehmigung der Pläne erfolgt durch den Architekten oder Ingenieur des Bauherrn.

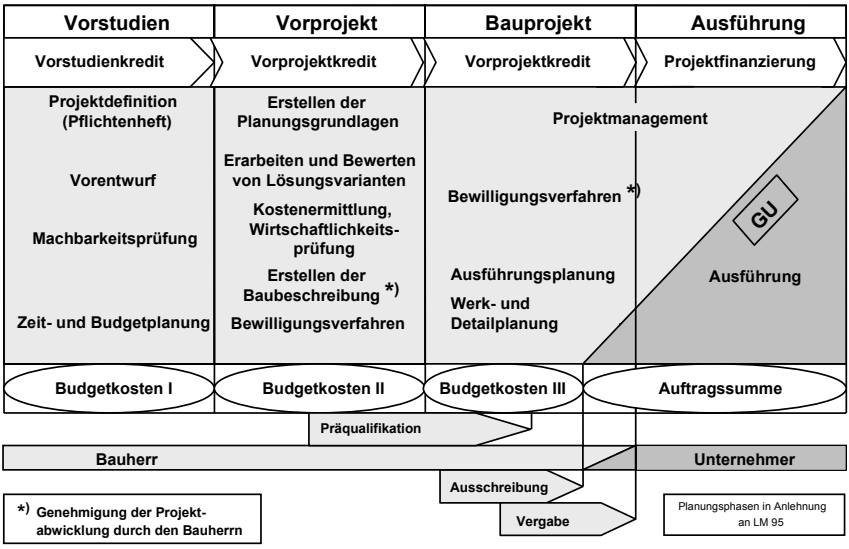


Abb. 5.5: Hochbau – Projektphasen der Generalunternehmerprojektabwicklungsform

Bei den Generalunternehmer- bzw. Generalübernehmerprojektabwicklungsformen wird meist ein Gesamtpreis vereinbart. In der Schweiz unterteilt man den Pauschalpreis- / Gesamtpreisvertrag wie folgt (Abb. 5.6):

- Globalpreisvertrag: fester Preis, unabhängig von der Menge für eine einzelne Leistung, ein Werkteil oder Gewerk oder das gesamte Werk, ohne Teuerungsausgleich,
- Pauschalpreisvertrag: wie oben, jedoch mit Teuerungsausgleich; dieser muss im Preis enthalten sein.

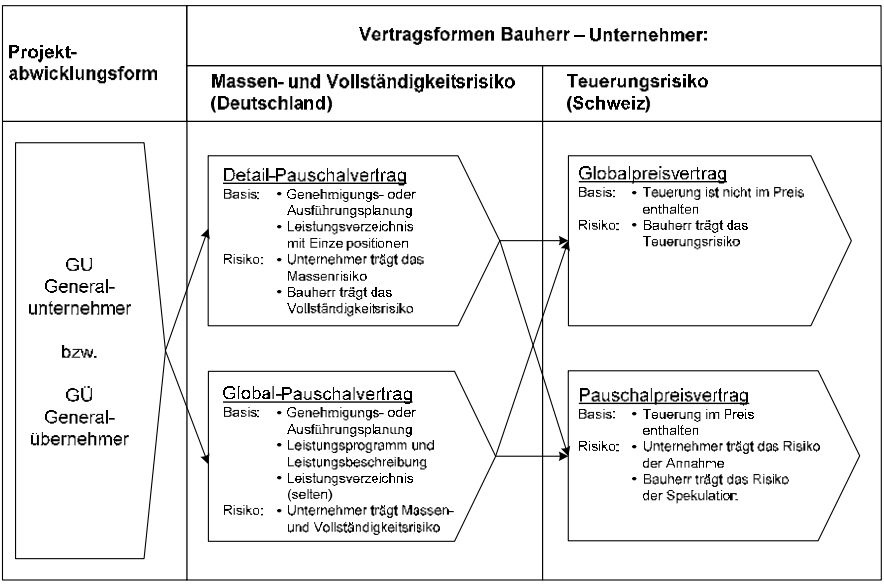


Abb. 5.6: Vertragsformen bei Generalunternehmer- und Generalübernehmer-projektabwicklungsformen

Diese Gesamtpreis- bzw. Pauschalpreisvereinbarung muss nicht die gesamte Bauleistung zum Inhalt haben, sondern kann sich auch nur auf bestimmte Teile beziehen. Aufgrund der Risiken sollen Bauleistungen als Pauschalvertrag nur vergeben werden, wenn die Leistung nach Ausführungsart und Ausführungsumfang genau bestimmt ist und mit einer („wesentlichen“) Änderung, die die Kosten bzw. den Preis verändert, nicht zu rechnen ist.

Voraussetzung sind ausreichende Planunterlagen, damit der Bieter die Mengenermittlung vornehmen bzw. überprüfen kann. Nur so kann eine sichere Kalkulationsgrundlage geschaffen werden. Die Pauschalierung bezieht sich zum einen auf die Leistungsseite (Art und Umfang der Leistung), zum anderen aber auch bzw. nur auf die Vergütungsseite.

In Deutschland wird der Pauschalvertrag unterteilt in (Abb. 5.6):

- Detail-Pauschalvertrag
- Global-Pauschalvertrag

Beim Detail-Pauschalvertrag sind die Leistungen in einem Leistungsverzeichnis eindeutig mit oder ohne Massenangaben vorgegeben. Der Auftragnehmer übernimmt in diesem Fall das Massen- und Preisrisiko für die ausgeschriebene Leistung, jedoch nicht das Vollständigkeitsrisiko für das Leistungsverzeichnis.

Beim Global-Pauschalvertrag werden statt einer konkreten Leistungsbeschreibung die Auftragnehmerziele global in Form von Leistungszielen festgelegt. Dies geschieht in der Praxis durch Leistungsbeschreibung mit Leistungsprogramm oder mittels formaler Leistungsbeschreibung. Der Auftragnehmer muss diese in den Phasen Planung bis Ausführung konkretisieren. Bei diesem Vertragstyp trägt der Auftragnehmer das Vollständigkeits- und Massenrisiko bei der Bildung des Pauschalpreises.

Bei einer Generalunternehmerprojektabwicklungsform ist die Aufgabe der Planer oder des Generalplaners (GP) analog zur Einzelleistungsträgervergabe. Der Generalplaner führt z.B. bei einem Detail-Pauschalvertrag alle Planungsaktivitäten, Termin-, Kosten- und Qualitätssteuerungen durch (Abb. 5.7). Beim Global-Pauschalvertrag obliegt dem Planer bzw. Generalplaner des Bauherrn die Detail- bzw. Ausführung- / Werkplanung nicht; diese wird, wie die schlüsselfertige Ausführung des Bauwerks, unter Verantwortung des Generalunternehmers durchgeführt.

Im Fall des Schlüsselfertigbaus auf der Basis fertiger Ausführungspläne und Leistungsprogramm (Massen- und Vollständigkeitsrisiko) bzw. Genehmigungsplanung und Leistungsverzeichnis (nur Massenrisiko) bestehen folgende Vorteile (Abb. 5.7):

- klare Kalkulationsbasis
- gute Vergleichbarkeit der Angebote
- Möglichkeit des harten Preiswettbewerbs

- Der Bauherr hat nur einen Ansprechpartner während der Bauphase, bei der Mängelbeseitigung infolge von Ausführungsfehlern sowie bei Garantien und Gewährleistung.
- Kosten- und Termingarantie ab Vergabe an den Generalunternehmer bei entsprechender vertraglicher Gestaltung
- Durch enge Schnittstellentermine und Parallelisierung der Herstellungsprozesse ist eine schnellere Realisierung möglich.

Die Nachteile sind wie folgt:

- Der Wettbewerb ist nicht life-cycle-orientiert, sondern bezieht sich nur auf die Erstellungskosten.
- Der Planer hat praktisch keine Kostenverantwortung.
- Aufgrund fertiger Ausführungsplanung sind keine Systemoptimierungen durch Generalunternehmer möglich, sondern es bestehen nur Rationalisierungsmöglichkeiten bezüglich des Bauablaufs. Dies erlaubt nur eine beschränkte Beschleunigung der Ausführung oder Kostenoptimierung.
- Alle relevanten Ausführungspläne müssen zum Zeitpunkt der Ausschreibung vorliegen.
- Planungsfehler oder Planungsänderungen können zu Nachträgen durch den Generalunternehmer führen, um sein Ergebnis zu verbessern. (Dies kann verhindert werden, indem man antizipierte Änderungen durch Pauschal-Eventualitätspositionen ausweist.)
- Die Projektdauer ist relativ lang, da keine Parallelisierung zwischen Planung und Ausführung möglich ist.

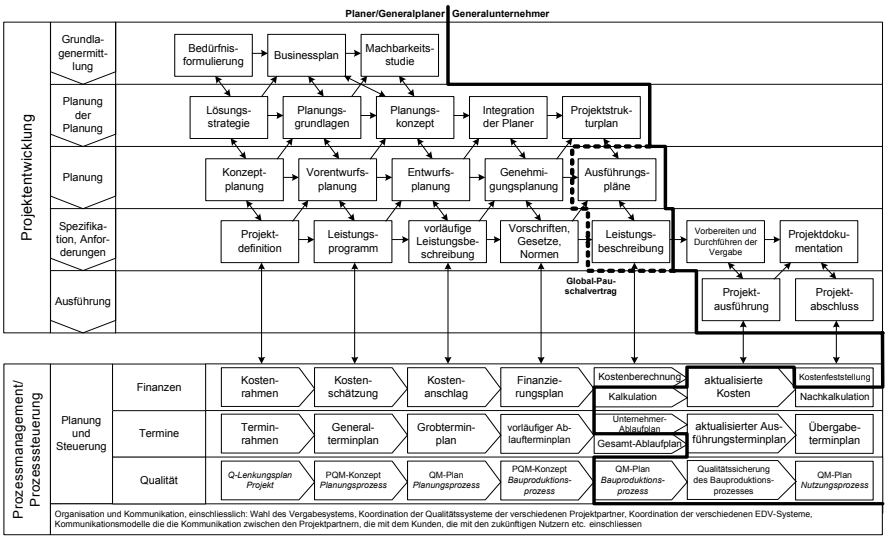


Abb. 5.7: Generalleistungsträger – Prozess-Aktivitäts-Matrix

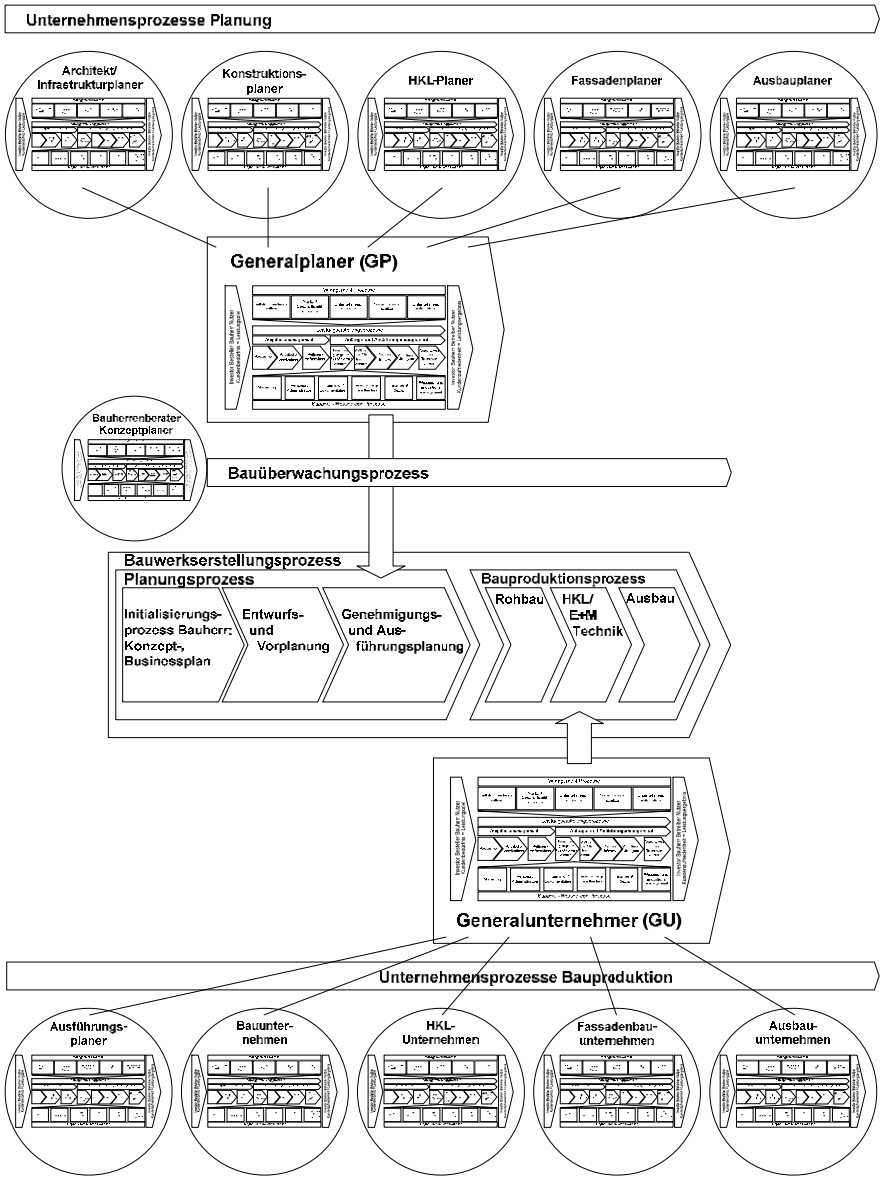


Abb. 5.8: Gesamtleistungsträgerabwicklung – Interaktion der Leistungsanbieter-prozesse mit den Bauwerkserstellungsprozessen

Die Methode der GU-Abwicklung bietet auf Unternehmerseite nur geringen Spielraum für die Freisetzung von auf die Ausführung und / oder die Nachunternehmervergabe bezogenen Synergien. Für den Unternehmer ist von Vorteil, dass sich der Wettbewerbsdruck reduzieren kann, da nicht alle

Bauunternehmen dem Kunden qualifiziert Projektmanagement und Bauleistung mit möglicherweise fest vereinbarten Terminen und Kosten anbieten können. Allerdings besteht nur wenig Spielraum für innovative Lösungsangebote, da die Ausführung bis oft ins letzte Detail geplant ist.

In Abb. 5.8 erkennt man deutlich die koordinierende Wirkung von Generalplaner und Generalunternehmer auf den Bauwerkserstellungsprozess. Den Generalleistungsträgern obliegt es, die verschiedenen Wertesysteme und Leistungserstellungsprozesse der beteiligten Planer bzw. bauausführenden Unternehmer zu koordinieren und auf die Projektleistungsziele auszurichten. Aufgrund seiner Branchenkenntnis und seiner unternehmerischen Potenz als Multinachfrager von Bauleistungen hat der GU meist stärkere autoritäre Mittel, die Nachunternehmer auf die Projektziele auszurichten. Für den Bauherrn ergeben sich nur zwei Schnittstellen zum Generalplaner und Generalunternehmer; alle Subunternehmer werden von den Generalleistungsanbietern koordiniert.

5.5 Generalübernehmer

Es stellt sich nun die Frage, in welchen Fällen das Generalüber- und wann das Generalunternehmermodell vorzuziehen ist. Ein wichtiger Aspekt für die Beantwortung ist die technische Komplexität des zu errichtenden Bauwerks. Bei einfachen Hochbauten kann sich ein Generalunternehmer kaum durch eine vertiefte Kenntnis des Bauprozesses vom Generalübernehmer unterscheiden. Vielmehr hat der Übernehmer den Vorteil, dass er bei der Annahme von Aufträgen und der Vergabe von Gewerken keine Rücksicht auf die Auslastung eigener Produktionskapazitäten zu nehmen braucht, da er nur aus einer Managementorganisation besteht und alle Leistungen durch Nachunternehmervergabe von Einzelleistungs- oder Gesamtleistungsträgern einkauft. Er kann sich ganz auf das Projektmanagement als seine primäre Kernkompetenz konzentrieren. Ferner kann er den Preiswettkampf am Markt voll für sich nutzen, ohne Rücksicht auf eigene operative Einheiten nehmen zu müssen. Die Nachteile der Generalübernehmerprojektabwicklungsform können wie folgt sein:

- Bei kurzen Bauzeiten ist es meist schwierig für den Generalübernehmer, eine Baustelle prompt nach der Auftragsvergabe durch den Bauherrn zu beginnen, da er noch die umfangreichen Verträge detailliert mit dem als Nachunternehmer agierenden Bauunternehmer aushandeln muss. Vor allem müssen die oft noch erheblichen Änderungen, die sich aus den Vergabeverhandlungen mit dem Bauherrn ergeben, berücksichtigt werden. Ein Generalunternehmer mit eigener Produktionskapazität

hat meist die Möglichkeit, sofort mit der Mobilisation zu beginnen und somit das Risiko einer latenten Terminüberschreitung bei extrem kurzer Bauzeit zu mindern.

- Ferner ist es für den Generalübernehmer oft sehr schwierig, das Schnittstellenmanagement zwischen seinen Nachunternehmern optimal zu gestalten, da er die Produktion nicht selbst steuert. Daher muss er bei ineinander geschachtelten Bauabläufen, für die er aufgrund seiner fehlenden Produktion mehrere Nachunternehmer bestimmt hat, Puffer vorsehen, um bei Verzögerungen möglichst den Nachträgen der Folgeunternehmer zu entgehen.
- Bei Leistungsengpässen des Nachunternehmers hat der Generalübernehmer nur indirekte Einwirkungsmöglichkeiten, den Nachunternehmer zu Leistungsanpassungsmassnahmen zu motivieren. Meist wird der Nachunternehmer versuchen, diese Situation, die für den Generalübernehmer zur Überschreitung des Abgabetermins führt, zu preislichen Nachbesserungen zu nutzen. Bei Vorhaltung eigener Produktionskapazität können solche Probleme intern sehr schnell gelöst werden, da hier nicht externe Interessen (Nachunternehmer) berücksichtigt werden müssen, sondern nur der Erfolg des Projekts für das Unternehmen als Ganzes im Vordergrund steht.

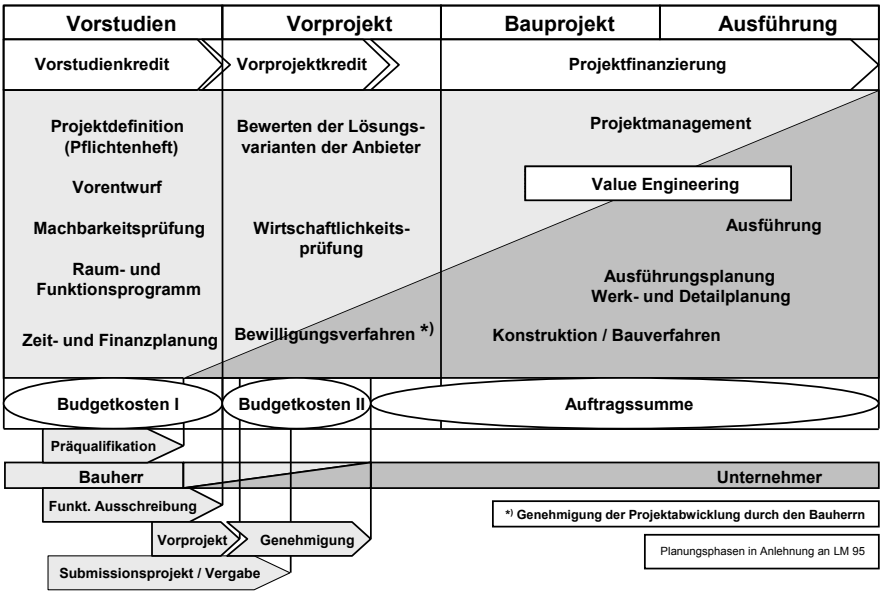
Die Vorteile des Bauherrn jedoch sind wie folgt:

- Er kann verstärkt Einfluss auf die Auswahl qualifizierter bzw. präferierter Nachunternehmer ausüben, solange der Generalübernehmer keinen erhöhten Koordinationsaufwand und keine vermehrten und erhöhten Risiken übernehmen muss.
- Bei Leistungsänderungen kann er davon ausgehen, dass der Generalübernehmer auch an der günstigsten Lösung interessiert ist. Beim Generalunternehmer dagegen besteht bei Bauherren oft die Vermutung, dass dieser unter dem internen Druck der operativen Einheiten das Ergebnis durch einen Nachtrag überdurchschnittlich verbessern möchte.

Die Nachteile des Bauherrn sind wie folgt:

- Der Wettbewerb ist nicht lebenszyklusorientiert.
- Die Optimierung von Herstellungsprozessen ist kaum möglich.
- Der Generalübernehmer schöpft zusätzlich zu den operativen Teil- oder Gesamtleistungsträgern entlang der gesamten Wertschöpfungskette Gewinn ab, ohne dass der Bauherr einen im Vergleich zum Generalunternehmermodell relevanten Mehrwert erhält.

Totalunternehmer I (TU I)



Totalunternehmer II (TU II)

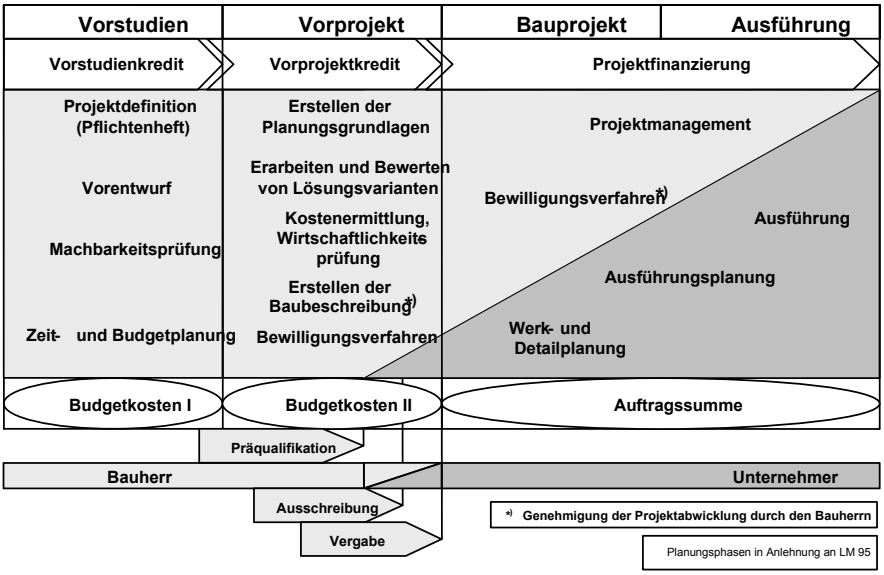


Abb. 5.9: Hochbau – Projektphasen der Totalunternehmerprojektabwicklungsform

5.6 Totalunternehmer

Eine weitere Stufe der Integration des Bauprozesses wird mit Totalunternehmerleistungen [142] erreicht (Abb. 5.9). Der Totalunternehmer vereinigt die Funktion des Generalplaners und des Generalunternehmers. Der Bauherr kann die Totalunternehmerverträge in folgenden Varianten umsetzen:

- TU I – Schlüsselfertigbau auf der Basis von Vorentwurfsplänen mit Raum- und Funktionsprogramm
- TU II – Schlüsselfertigbau auf der Basis von Genehmigungsplänen und Raumbuch

Die Vorteile der beschriebenen Generalleistungsträgermodelle sind hier bei beiden Varianten qualitativ ähnlich, können jedoch noch weit reichender genutzt werden. Der Bauherr hat in allen Projektphasen meist nach der Konzept- und Vorentwurfsphase nur einen Ansprechpartner.

Bei der Totalunternehmervergabe I (TU I) ist die Aufgabe des Planers des Bauherrn, die Grundlagenermittlung komplett durchzuführen. Ferner sollte er als Minimum die Lösungsstrategie, die Grundlagen für die Planung, die Konzeptplanung mit Projektdefinition und das Leistungsprogramm erstellen (Abb. 5.10). Auf dieser Grundlage mit Vorentwurf und Raum- bzw. Funktionsprogramm können die Unternehmer ihre Wettbewerbsvorschläge und Preise offerieren.

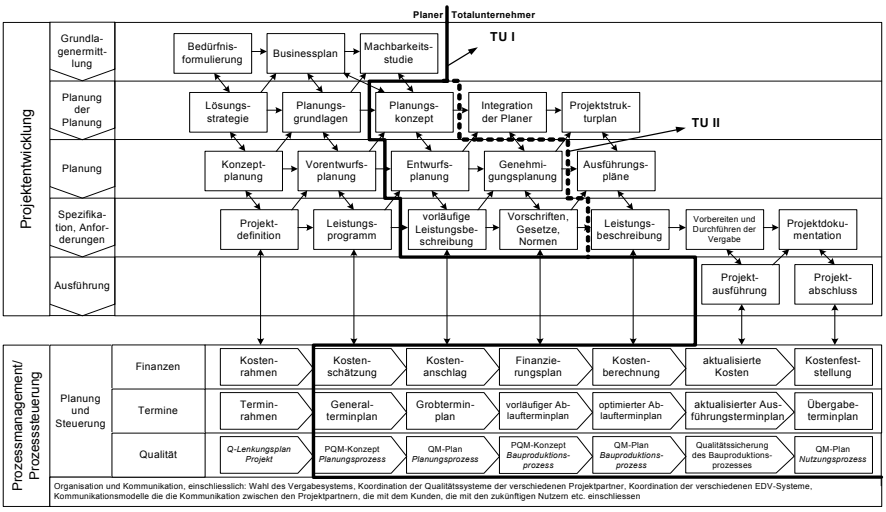


Abb. 5.10: Totalleistungsträger – Prozess-Aktivitäts-Matrix

Bei der Totalunternehmervergabe II (TU II) erstellt der Planer zudem die Genehmigungsplanung sowie die vorläufige Leistungsbeschreibung mit allen Normen und dem Raumbuch. Der Totalunternehmer muss unter seiner Regie alle anderen Planungs- und Ausführungsaktivitäten durchführen (Abb. 5.10).

Es ist möglich, den Planungs- und den Bauausführungsprozess von Projekten teilweise zu parallelisieren und damit erhebliche Zeitvorteile zu gewinnen. Solche Fast-Track-Projekte [4] erfordern natürlich ein besonders präzises, vorausschauendes und vorausplanendes Projektmanagement. Eines der Erfolgsgeheimnisse liegt in dem interaktiven, generischen axiomatischen Planungsablauf zwischen Architektur-, Werk-, Fach- und Tragwerkplanung unter Berücksichtigung des baubetrieblichen Konzepts [5]. Die Planung muss so koordiniert werden, dass sie dem parallel laufenden Bauprozess alle Planungsunterlagen für die jeweilige Bauphase termingerecht zur Verfügung stellt. Dies ist eine der schwierigsten Herausforderungen für die Architektur- und Ingenieurbüros. Die Vergabe und der Anbieterwettbewerb können in einem ein- bzw. zweistufigen oder im Verhandlungsverfahren erfolgen. Der dabei erhöhte Planungsaufwand, der durch die sich konkurrenzierenden Anbieter entsteht (Abb. 6.74, Abb. 6.76), muss dem möglichen Optimierungspotenzial des Projekts in einer Nutzen-Kosten-Betrachtung gegenüber gestellt werden.

Im Fall des Totalunternehmers I (TU I) – Schlüsselfertigbau auf der Basis eines Vorentwurfs mit Raum- und Funktionsprogramm – erbringt ein einziger Auftragnehmer für den Bauherrn schlüsselfertig sämtliche Planungs- und Bauausführungsleistungen auf der Basis einer funktionalen Ausschreibung. Die Vorteile für den Bauherrn sind folgende (Abb. 5.9 und Abb. 5.10):

- Der TU-Wettbewerb auf Basis eines Vorentwurfs mit Raum- und Funktionsprogramm ermöglicht weitgehend einen Wettbewerb der Ideen und der Optimierungspotenziale innerhalb des Bauprozesses in Bezug auf technische Gesamt- sowie Teilsysteminnovationen.
- Totalunternehmer können ihr spezifisches Know-how zur Optimierung der Bauaufgabe frühzeitig zum Vorteil für den Bauherrn einsetzen (hohes Effizienzsteigerungspotenzial).
- Die Konkurrenz der Ideen kann im Wettbewerb zur Optimierung der Bauherrenziele genutzt werden (Preis-Leistungswettbewerb).
- Kosten und Termine stehen bereits nach dem Vorprojekt fest.

- Der Bauherr hat einen einzigen Ansprechpartner über alle Projektphasen, bei Mängeln aus Planung und Ausführung, bei der Mängelbeseitigung sowie bei Garantie- und Gewährleistungsverpflichtungen.
- Geringster Projektmanagementaufwand für den Bauherrn
- Der Totalunternehmer übernimmt meist vertraglich das Leistungs-, Termin- und Kostenrisiko und haftet wie alle vorherigen Leistungsträger im Rahmen des Werkvertrags.
- Es gibt nur einen Gesamtverantwortlichen für Termine, Qualität und Kosten (keine Fragmentierung zwischen Planung und Ausführung).
- Kürzeste Bauzeit durch Fast-Track-Abwicklung möglich (Parallelisierung von Planung und Ausführung)
- Der Totalunternehmer trägt das Massen- und Vollständigkeitsrisiko.

Die Nachteile sind:

- Der Wettbewerb ist nicht life-cycle-orientiert, sondern bezieht sich nur auf die Erstellungskosten.
- Die baurechtlichen Voraussetzungen müssen geklärt sein bzw. eine Genehmigungsvorprüfung muss vorliegen, zur Abklärung der kostensteigernden behördlichen Auflagen sowie der generellen Genehmigungsfähigkeit.
- Als Wettbewerbsgrundlage muss eine genaue Projektdefinition in Form einer Funktionalausschreibung mit Anforderungen in Bezug auf Architektur, Funktionalität, Qualität, Termine und Kosten vorliegen.
- Umwelt- und Baugrundrisiken müssen ausreichend beschrieben und zugeteilt sein.
- Die Planung und Ausführung muss sich nach den Kosten richten (design and build to cost).
- Antizipierte Änderungen sollten durch Pauschal-Eventualitätspositionen ausgewiesen werden.
- TU nutzen meist keine Synergien mit Nachunternehmern (reiner Preiswettbewerb der Subunternehmer – Angebotsphasen), dadurch kommt es durch fehlenden Know-how-Austausch oft nicht zu optimalen Lösungen.

Im Fall des Totalunternehmers II (TU II) – Schlüsselfertigbau auf der Basis von Genehmigungsplänen und Raumbuch – kann der Totalunternehmer seine unternehmerische Phantasie, sein Systemkonzept und seine Prozesstechnologie zur wirtschaftlichen und terminlichen Optimierung des Projekts für den Bauherrn und sich selbst zur Geltung bringen. In diesem Fall bestehen folgende Vorteile (Abb. 5.9 und Abb. 5.10):

- Das Vorliegen der Genehmigung der Planung bietet eine grosse Sicherheit bezüglich kostensteigernder behördlicher Auflagen.
- Der TU-Wettbewerb auf der Basis von Genehmigungsplänen und Raumbuch ermöglicht bereits weitgehend einen Wettbewerb der Optimierungspotenziale in Bezug auf technische Teilsysteminnovationen, die sich noch im Rahmen der Genehmigungspläne realisieren lassen.
- Der Unternehmer hat durch Nutzung seines Know-hows grossen Optimierungs- und Rationalisierungsspielraum, der dem Wettbewerb unterworfen ist.
- Die Partner des TU als Hauptleistungsträger können im Rahmen von Kooperationen ein grosses Synergiepotenzial aktivieren.
- Kosten- und Termingarantie ab Vergabe an den TU bei entsprechender vertraglicher Gestaltung
- Der Bauherr hat einen einzigen Ansprechpartner während der Bauprojekt- und Ausführungsphase, bei Mängeln aus Planung und Ausführung, bei der Mängelbeseitigung sowie bei Garantie- und Gewährleistungsverpflichtungen.
- Bei entsprechender vertraglicher Regelung übernimmt der TU weitgehend alle ausführungsplanerischen und ausführungsbedingten Risiken.
- Verkürzung des gesamten Bauprozesses durch Parallelisierung der Ausführungsplanung und Bauausführung, bedingt durch die Vergabe an den TU in früherer Projektphase
- Der TU koordiniert den Herstellungsprozess zwischen den Teilleistungsträgern.
- Durch enge Schnittstellentermine und Parallelisierung der Herstellungsprozesse wird die terminliche Abstimmung zwischen den einzelnen Abläufen, Teil- und / oder Komplexleistungsträgern verbessert; dadurch ist eine rasche, störungsfreie Ausführung möglich.

Die Nachteile sind folgende:

- Der Wettbewerb ist nicht life-cycle-orientiert, sondern bezieht sich nur auf die Erstellungskosten.
- Der Planer hat bis zur Genehmigungsplanung praktisch keine Kostenverantwortung, dann wird sie vom TU übernommen.
- Es muss ein exaktes Raum- und Baubuch erstellt sein, und die Genehmigungsplanung muss vorliegen.
- Nachträgliche Änderungen können sich gravierend auf die Kosten auswirken. Dies kann jedoch verhindert werden, indem man antizipierte Änderungen durch Pauschal-Eventualitätspositionen ausweist.
- TU nutzen meist keine Synergien mit Nachunternehmern (reiner Preiswettbewerb der Subunternehmer – Angebotsphasen), dadurch kommt es durch fehlenden Know-how-Austausch oft nicht zu optimalen Lösungen.

Diese TU-Projektabwicklungsformen eignen sich für Bauherren,

- die eine weitgehend klare Aussage über die Projektdefinition und Projektrandbedingungen machen können,
- die nach Auftragsvergabe keine wesentlichen Änderungen vornehmen,
- die Wert auf eine kleine eigene, effiziente Bauherrenprojektmanagementorganisation legen,
- die nach Auftragsvergabe feste Termin- und Kostengarantien haben möchten,
- die nach Beauftragung eine rasche und möglichst störungsfreie Bauausführung erwarten,
- die einen Wettbewerb der Lösungsvarianten und damit einen Wettbewerb der Optimierungspotenziale auslösen möchten.

TU-Leistungsanbieter mit einem systematischen, generischen, axiomatischen Anforderungsmanagement werden den Bauherrn optimal von seinen Zielen zum kundenorientierten Projektergebnis führen.

Die Totalunternehmerwettbewerbsform sollte möglichst nach dem in Abb. 5.11 dargestellten Ablaufschema ein- oder zweistufig erfolgen.

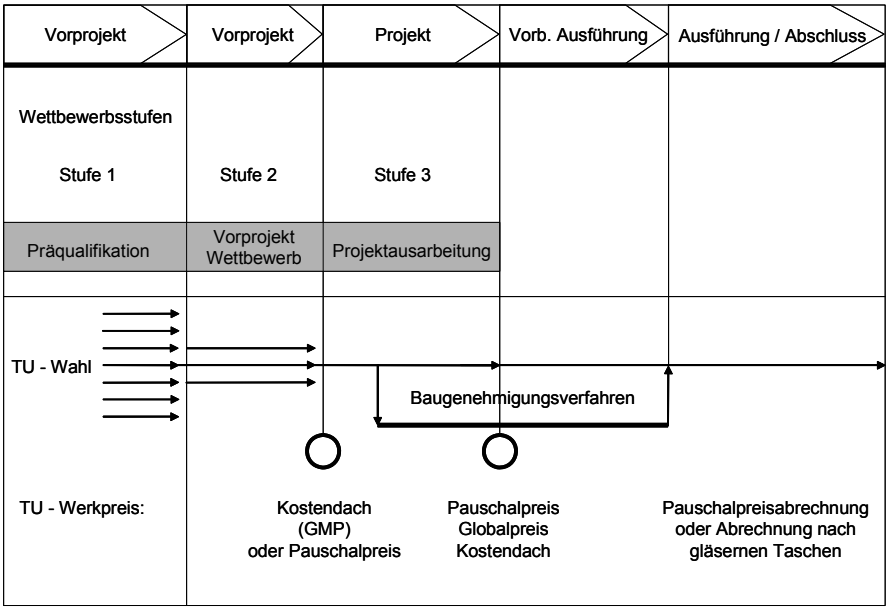


Abb. 5.11: Ablaufschema eines zweistufigen Totalunternehmerwettbewerbs I (in Anlehnung an [12])

Der TU-Leistungsanbieter muss die Planer und ausführenden Unternehmen koordinieren und ihre Leistungserstellungsprozesse und Wertesysteme auf die Projektziele ausrichten (Abb. 5.12). Es entstehen Vorteile für den Bauherrn, da es nur noch eine Schnittstelle gibt, die sich auf Qualitäts-, Termin- und Kostengarantien auswirkt.

Bei anderen Projektabwicklungsformen mit einem geringeren Integrationsgrad richten sich die Kosten eines Projekts hauptsächlich nach dem Können eines einzigen Planers und seiner Einschätzung bezüglich der optimalen Lösung und des dazugehörigen Marktpreises, da kein Wettbewerb der Ideen oder zur Nutzung der Optimierungspotenziale stattfindet. Dies kann für den Bauherrn mit einem erheblichen Risiko in Bezug auf die Rendite der Investition verbunden sein, besonders dann, wenn sich der Architekt „selbst verwirklichen“ möchte. Beim Totalunternehmermodell liegt die Ergebnisverantwortung für die festgelegte Funktionalität, die Kosten und Termine beim Totalunternehmer; dies muss der Bauherr aber vertraglich vereinbaren, um die nicht bauherrenspezifischen Risiken auf die Leistungsanbieter der Bauwirtschaft zu übertragen.

Für eine solche TU-Projektabwicklungsform eignen sich Büro- und Verwaltungsgebäude, klar definierte Wohngebäude, Industriegebäude und Industrieanlagen sowie Infrastrukturprojekte mit klaren Randbedingungen. Aber auch der Einmalbauherr sollte in Zukunft vermehrt von solchen Leistungsangeboten profitieren.

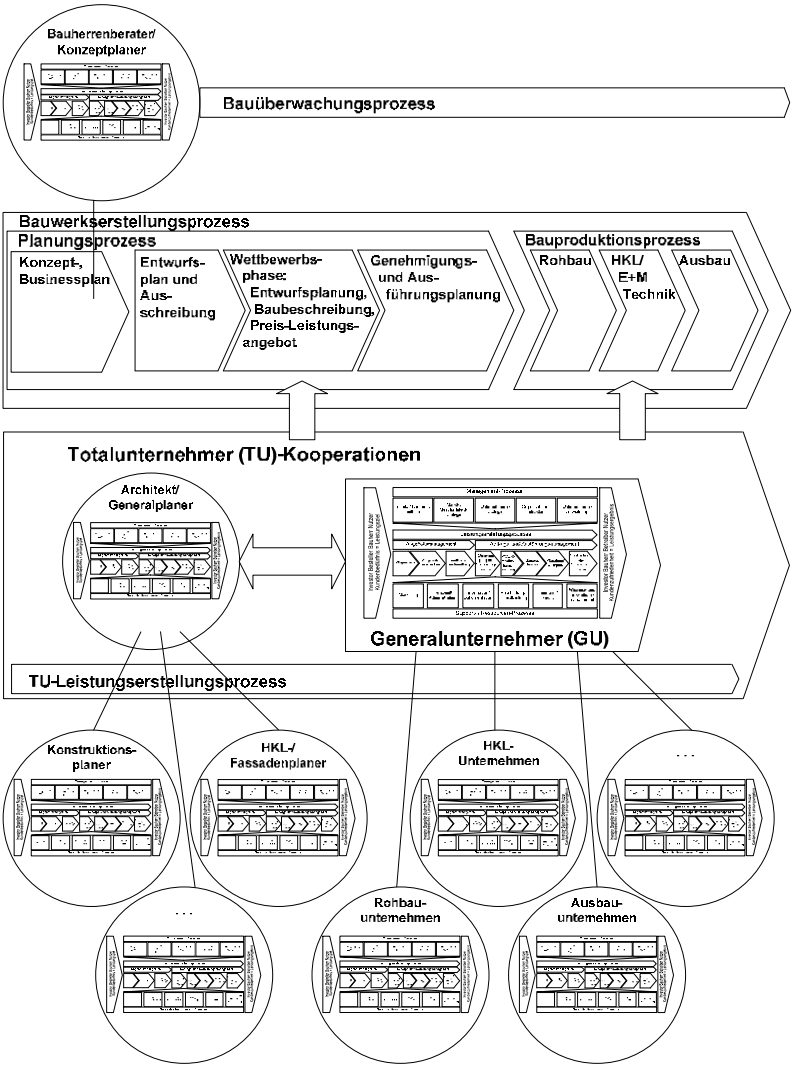


Abb. 5.12: Totalleistungsträgerabwicklung – Interaktion der Leistungsanbieterprozesse mit den Bauerstellungsprozessen

5.7 Totalübernehmer

Beim Totalübernehmermodell ergeben sich die gleichen Vor- und Nachteile für den Bauherrn, wie sie beim Generalübernehmer beschrieben wurden. Auch durch die erweiterte Leistungsverantwortung sind im Vergleich zum Generalübernehmer keine höheren Synergien zu erwarten. Besonders nachteilig wirkt sich aus, dass das Synergiepotenzial zwischen Planung und Ausführung nicht optimal genutzt und somit das dieser Wettbewerbsform inhärente Potenzial nicht voll ausgeschöpft werden kann. Auch der Totalübernehmer muss das systematische, generische, axiomatische Anforderungsmanagement sowie das Koordinations-, Kosten- und Qualitätssteuerungsmanagement im Rahmen des Projektmanagements beherrschen, um den Bauherrn erfolgreich von seinen Zielen zum kundenzufriedenen Ergebnis zu führen.

6 Neue Projektabwicklungsformen im Hochbau und Infrastrukturbereich

6.1 Partnering als neue Projektabwicklungs- und Wettbewerbsform

Die fragmentierte Bauprozessgestaltung (Abb. 6.1) wird den heutigen sozio-ökonomischen Randbedingungen nicht mehr gerecht. Die noch weitgehend suboptimalen Prozesse liegen zum Teil in den geschilderten Projektabwicklungsformen begründet, mit ihren fragmentierten Phasen und ihrer Gewerkeunterteilung sowie den verstärkten Nachunternehmervergaben mit Projektsteuerung ohne direkte Systemführerschaft. Dies führt zu ungelösten Schnittstellenproblemen und einer Optimierung nur von Teilleistungen statt der Gesamtleistung. Ferner werden im Regelfall kaum ganzheitliche Innovationen durchgeführt, die gewerke- und phasenübergreifende Kundenvorteile erzeugen; dies liegt an dem fragmentierten Einzelinteresse der verschiedenen Projektbeteiligten. Als Ergebnis entsteht oft für den Kunden eine suboptimale Leistung bezüglich Rendite (Unterhalt, Vermietbarkeit), Werterhaltung etc. in der Nutzungsphase.

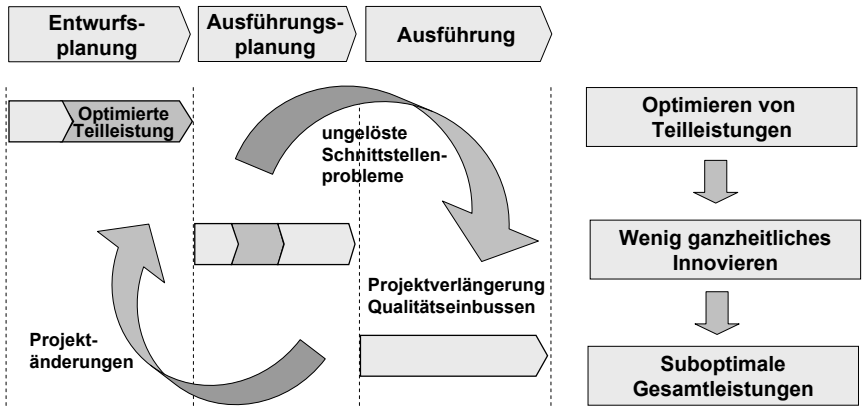


Abb. 6.1: Traditionelle Bauprozesse und deren suboptimale Wirkung

G. Girmscheid, *Projektabwicklung in der Bauwirtschaft,* DOI 10.1007/978-3-642-14385-4_6,
© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2010

Aus volkswirtschaftlicher Sicht (Abb. 6.2) beeinflusst die Bauwirtschaft indirekt die Wettbewerbsfähigkeit der exportorientierten Industrie. Sie schafft die Grundlage für einen Standortvorteil im globalisierten Wettbewerb durch bauliche Infrastrukturen, die unter Berücksichtigung ihres Life Cycle in guter Architektur kostengünstig erstellt und flexibel genutzt werden können, die Bedürfnisse ihrer langfristigen Nutzer weitgehend zufrieden stellen und dadurch eine langfristige Werterhaltung sichern. Verstärkt wird diese Rolle der Bauwirtschaft durch die zunehmenden Partnerschaften Privater mit der öffentlichen Hand. Aus unternehmerischer Sicht zeigt sich, dass der Preis als alleiniges Wettbewerbsinstrument nicht ausreicht. Anforderungen an Bauwerke umfassen heute u.a. gute Architektur, niedrige Unterhalts- und Betriebskosten, schnelle und flexible Anpassungen an wirtschaftlich und technologisch bedingte Nutzungsänderungen. Dazu ist es jedoch erforderlich, dass die Unternehmen der Bauwirtschaft (Planer wie Ausführende) eine langfristige statt einer projektbezogenen und eine aktive statt einer reaktiven Unternehmenspolitik verfolgen. Ausdruck einer solchen Unternehmenspolitik sind innovative Leistungen der Unternehmen, die sich an den Bedürfnissen der Kunden orientieren und das Bauwerk als System seiner Gewerke und Phasen betrachten. Daher werden neue Formen der Zusammenarbeit gesucht, um den Kundennutzen zu erhöhen und die Leistungsfähigkeit der Bauwirtschaft zu stärken.

Partnerschaftliche Beziehungen zwischen Bauherren und Leistungsanbietern – auch Partnering genannt – werden im angelsächsischen Baumarkt seit längerer Zeit immer öfter praktiziert. Dieses Modell der Projektorganisation (Abb. 6.3) wurde in den USA entwickelt; es wird auch als Construction Management bezeichnet und meist in Verbindung mit der Vergütungsregelung Guaranteed-Maximum-Price-Vertrag (GMP-Vertrag) oder im Rahmen der Public Private Partnership (PPP) eingesetzt. Ferner haben sich Modelle der Public Private Partnership in anderen Ländern bereits ihren Marktanteil erkämpft. Auch Target-Costing-Konzepte, die eine enge geistige Nähe zum GMP-Modell haben, werden von kostenbewussten Bauherren vermehrt eingesetzt. Professionelle Bauherren, für die Renditesicherung und Werterhaltung baulicher Systeme im Vordergrund stehen, erwarten von der Bauwirtschaft – neben dem Leistungsangebot zur Erstellung und Erneuerung von baulichen Anlagen – vermehrt Leistungsangebote, die das Contracting der Betreiberfunktionen in der Nutzungsphase vorsehen und diese Gesamtleistungen bereits in der Vergabephase unter Wettbewerb stellen. Dadurch stehen die Bau- bzw. Erneuerungs- und Unterhaltskosten bereits in der Auftragsvergabephase der Bauleistung unter Wettbewerb.

Abb. 6.2: Gründe für neue Projektabwicklungs- und Wettbewerbsformen

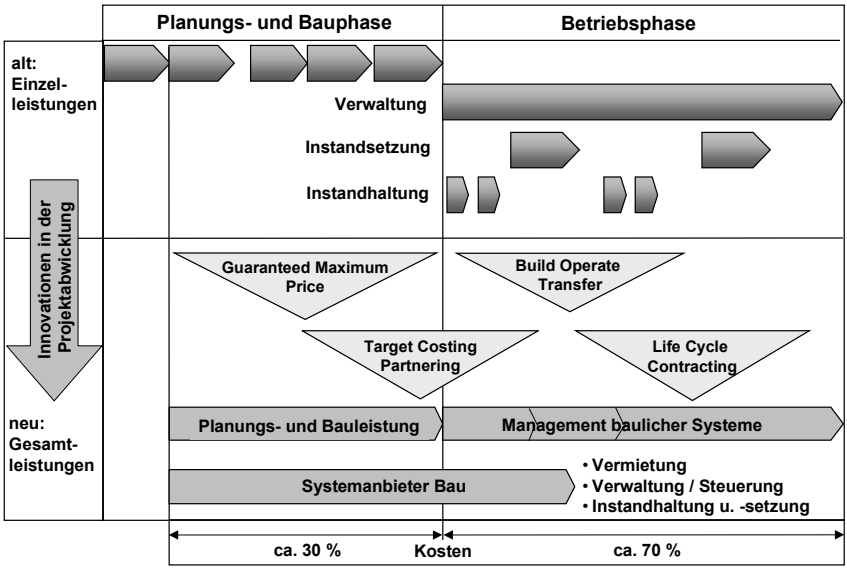


Abb. 6.3: Neue Projektabwicklungsformen mit innovativen Gesamt- und Systemleistungskonzepten

6.2 Construction Management

Grundsätzliches

Seit Beginn der siebziger Jahre hat sich vor allem in den USA die Construction-Management-Methode [143] als neue Projektorganisationsform zunehmend verbreitet. Sie ist nach dem Construction Manager (CM) benannt, der innerhalb der Projektorganisation an zentraler Stelle entscheidende Bedeutung für den Projekterfolg hat [144]. Man unterscheidet zwischen zwei alternativen Construction-Management-Projektabwicklungsformen, die sich durch die vertragliche Risikoübernahme für die Einhaltung von Bauzeit und -kosten [145] differenzieren. Angeboten werden Construction-Management-Leistungen in den USA von Architekturbüros, Ingenieurgesellschaften und Baufirmen. Bauunternehmen, die als Construction Manager auftreten, haben sich oft aus Generalunternehmen entwickelt. Diese wurden meist in spezialisierte Construction-Management-Organisationen umgewandelt oder bieten neben Construction-Management-Leistungen weiter General- und Totalunternehmerleistungen an [146].

Die Architektur- und Ingenieurgesellschaften bieten im Regelfall im Rahmen des Construction Managements nur Managementleistungen ohne Risikoübernahme an. Dagegen bieten die Bauunternehmen neben der Managementleistung auch ihre Bauleistungen an: „Construction Management at Risk“.

Variante 1: Construction Management mit Ingenieurvertrag

Bei dieser Variante basiert das Construction Management auf ingenieurvertraglicher Basis. Das Aufgabenprofil über die verschiedenen Bauprozessphasen ist in Abb. 6.4 dargestellt.

Die Aufgabe des Construction Managers besteht in der Konzeptphase darin, als *Berater des Bauherrn* zu wirken. Mit seiner weitreichenden Beraterkompetenz erarbeitet er für den Bauherrn verschiedene Varianten der Problemlösung und schätzt die möglichen finanziellen Konsequenzen ab. Dabei stehen nicht unbedingt nur bauliche Lösungsvarianten im Mittelpunkt, sondern auch Alternativen, deren betriebswirtschaftliche Wirkung auf die Bauherrenzielsetzungen untersucht wird. Führen diese Konzepte zu einer baulichen Lösung der Problemstellung des Bauherrn, wird der CM in der Vorprojekt-, Bauprojekt- (Genehmigungs- und Ausführungsplanung) und Ausführungsphase zum *Bauherrenberater und Projektsteuerer*.

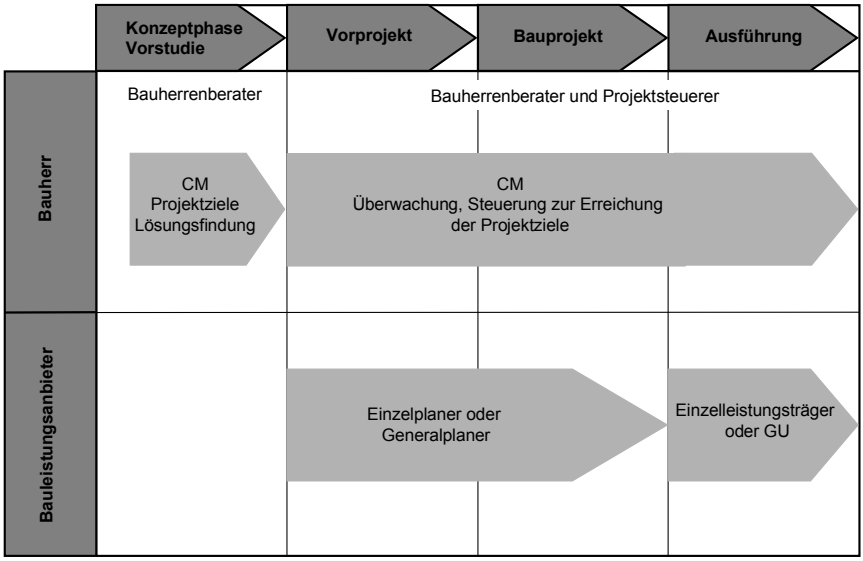


Abb. 6.4: Aufgabenprofil – Construction Management mit Ingenieurvertrag

Bei dieser Variante steht der CM innerhalb der Projektorganisation nur zum Bauherrn in einem Vertragsverhältnis. Die Vertragsdauer beginnt bereits während der Konzeptphase und endet nach der Fertigstellung des Gebäudes. Als Vertreter des Bauherrn übt der CM gegenüber dem Architekten und den Fachingenieuren eine koordinierende und steuernde Funktion aus und überwacht während der Bauausführung die Ausführungsunternehmer. Die Architekten, Fachingenieure und Ausführungsunternehmen schliessen ihre Bauverträge direkt mit dem Bauherrn ab. Die Vergabe der Planungs- und Ausführungsleistung kann sowohl an Einzelleistungsträger wie auch an General- bzw. Totalunternehmer erfolgen. Im Regelfall werden bei solchen Construction-Management-Projektabwicklungsformen mit Ingenieurvertrag jedoch Einzelleistungsträger berücksichtigt. Da keine direkten Vertragsverhältnisse mit den Leistungsanbietern bestehen, übernimmt der CM kein vertragliches Risiko für die Einhaltung der Bauzeit und -kosten sowie für die Umsetzung der Qualitätsvorgaben und Arbeitssicherheitsvorschriften (Abb. 6.5). Diese Variante ist im deutschsprachigen Raum nicht komplett neu; sie unterscheidet sich im Regelfall jedoch durch die umfassende Beratungskompetenz von den meisten Projektsteuerungsunternehmen und durch die umfassende Beratungs- und Projektsteuerungskompetenz von den Planungsbüros. Der Vorteil für den Bauherrn besteht darin, dass bei der Lösungssuche alle Varianten überprüft werden und nicht nur Neuplanungen. Diese Fähigkeit und / oder Objektivität ist bei

Planungsbüros oft nicht vorhanden, auch aufgrund des Interessenskonflikts hinsichtlich ihrer eigenen unternehmerischen Zielsetzung. Die interorganisationelle Projektabwicklungsform mit den Vertrags-, Steuerungs- und Kontrollbeziehungen ist in Abb. 6.5 dargestellt.

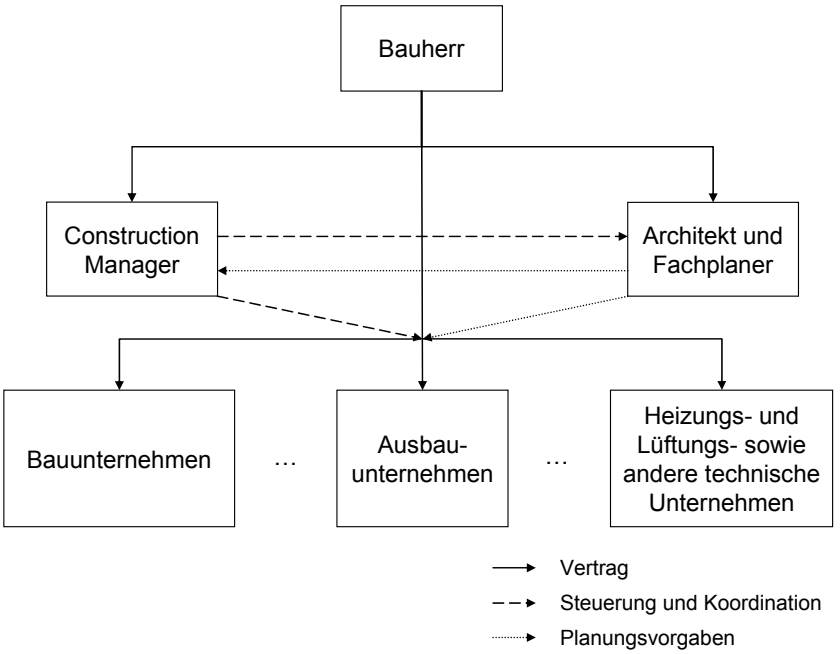


Abb. 6.5: Projektorganisation (interorganisationell) in der Ausführungsplanungs- und Ausführungsphase – Construction Management mit Ingenieurvertrag [146]

Variante 2: Construction Management mit Bauvertrag

Der Vertragsumfang des Construction Managements wird bei dieser Variante um die Ausführungsleistung erweitert. Das Aufgabenprofil, die Beteiligten und deren Rolle in den einzelnen Bauprozessphasen sind in Abb. 6.6 dargestellt.

Auch in diesem Fall obliegt dem Construction Manager in der Konzept- und Vorprojektphase die Bauherrenberatung. In den anschliessenden Bauprozessphasen übernimmt er die Bauherrenberatung, die Projektsteuerung sowie optional die gesamte Ausführung, wobei er die Ausführung meist in vollem Umfang an Nachunternehmer weitervergibt, wenn er nicht über eigene Bauleistungskapazität verfügt. Der CM koordiniert, steuert und

berät bei dieser Variante den Architekten und die Fachingenieure. Die Übernahme der Bauausführung ist für das Construction-Management-Unternehmen optional und wird meist im Wettbewerb entschieden; es hat jedoch in diesem Fall meist den „last call“. In seiner Funktion gegenüber dem Bauherrn als Bauausführender übernimmt der CM die damit verbundenen Risiken. Meist erfolgt die Vergabe durch den CM an die Nachunternehmer nach dem Prinzip des Deckelpreises („Guaranteed Maximum Price“ / GMP) und die Abrechnung mit dem Bauherrn nach dem Prinzip der „gläsernen Taschen“. Dieses Prinzip, das später beim GMP-Vertrag noch näher erläutert wird, basiert auf der Offenlegung der Vergabepreise durch den CM gegenüber dem Bauherrn. Damit kann der Bauherr den erzielten Vergabepreis mit dem angeboten Deckelpreis des Construction-Management-Unternehmens vergleichen und mittels Value-Sharing-Vertrag an eventuellen Vergabegewinnen partizipieren.

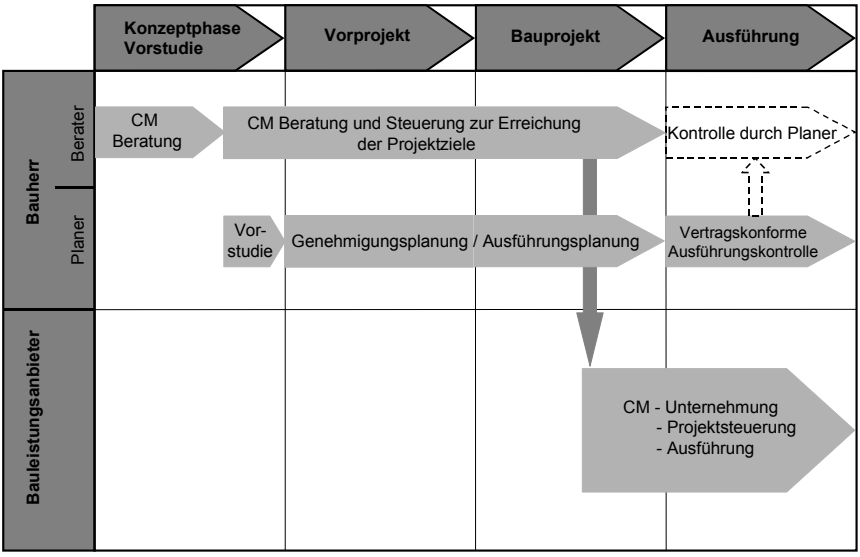


Abb. 6.6: Aufgabenprofil – Construction Management mit Bauvertrag

Ferner werden während der weiteren detaillierten Planung sowie bei der Ausführung Optimierungen durchgeführt. Als Anreizsystem dient auch hier das so genannte Value Engineering; dabei werden die Einsparungen nach einem vereinbarten Schlüssel zwischen dem Bauherrn und dem CM geteilt. Diese interorganisationelle Projektabwicklungsform mit ihren Vertrags-, Steuerungs- und Kontrollbeziehungen ist für die Ausführungsphase in Abb. 6.7 dargestellt.

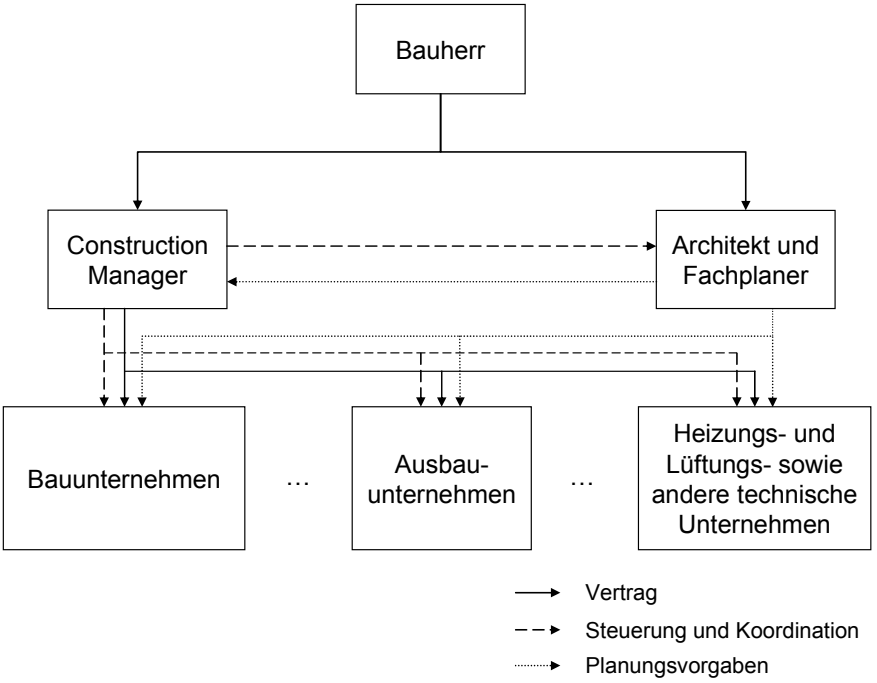


Abb. 6.7: Projektorganisation (interorganisationell) in der Bauphase – Construction Management mit Bauvertrag [146]

„Der Unterschied zwischen Construction Management mit Bauvertrag und Generalunternehmer bzw. Generalübernehmer liegt im nachfolgend explizit dargelegten, erweiterten Leistungsumfang des Construction-Management-Unternehmens vor dem Beginn der Bauausführung. Als Kontrollinstanz des Bauherrn sind in der Ausführungsphase der Architekt und die Fachplaner für die vertragskonforme Erbringung der Bauleistung verantwortlich. Dies wird durch ihre Einbindung in den Planfreigabeprozess und die Abnahme der Bauleistung erreicht.“ (nach Racky [146]). Es wird sofort deutlich, dass bei einem solchen Vertrags- und Projektabwicklungskonzept ein erhebliches Interessenpotenzial beim Construction-Management-Unternehmen vorliegt, das dessen Objektivität gegenüber dem Bauherrn aufgrund der eigenen unternehmerischen Zielsetzung der Bauausführung erheblich beeinträchtigen kann. Daher eignen sich solche Projektabwicklungsformen für Bauherren, die die Erfahrung, das Know-how und die finanzielle Potenz eines Bauunternehmers benötigen, um ein Projekt in kürzester Zeit zu realisieren. Diese Art der Projektabwicklung wird z.B. von Telekommunikationsgesellschaften und Computerchipherstellern oft angewendet. Für sie ist dieses enge Partnering mit einem Construction Ma-

nager mit Bauvertrag meist die Erfolgsgarantie für die schnelle Umsetzung einer Produktionsanlage. Das Partnering ist hier erforderlich, da der CM die Prozesse des Bauherrn kennt und sie flexibel zur Umsetzung steuert. Das erfordert Simultaneous Engineering, da in der Planungsphase die Fabrikationsgeräte und die bauliche Konstruktion parallel entwickelt und gebaut werden. Bei solchen Projekten ist „time to market" entscheidend, da z.B. ein Computerchip nur begrenzte Zeit produziert werden kann, bevor er dann bereits wieder durch einen neuen abgelöst wird. Schon zwei Monate Verspätung in der Bauausführung bedeuten vielleicht schon den Verlust grosser Marktanteile (Abb. 1.2). Die gleiche Situation besteht auch in der Mobiltelefon- und Kommunikationsbranche oder auch bei BOT-Projekten mit beschränkter Konzessionszeit. Unter diesen Randbedingungen ist eine risikoarme Projektabwicklung für den Bauherrn von primärer Bedeutung und nicht die letzten, wenigen Prozente des Preiswettbewerbs. Das Construction-Management-Unternehmen wird dann auch durch einen höheren Risikozuschlag entlohnt.

Leistungsbündel des CM

Der Construction Manager unterstützt den Bauherrn umfassend bei der Lösung und Realisierung seiner Problemstellung bzw. Projektziele. Die vom CM zu erbringenden Leistungen in der Konzept- und Projektvorbereitungsphase sowie in der Planungsphase sind unabhängig von der gewählten Vertragsvariante Ingenieur- oder Bauvertrag und können wie folgt charakterisiert werden [146]:

Konzept- bzw. Projektvorbereitungsphase:

- Unterstützung des Bauherrn bei der Formulierung des Zielkatalogs und der Nutzungsanforderungen
- Beratung des Bauherrn bei der Auswahl weiterer Projektbeteiligter und dem Aufbau der Projektorganisation
- Organisation des Architektenwettbewerbs (falls erforderlich) und Unterstützung des Bauherrn bei Gestaltung und Abschluss der Planungsverträge
- Mitwirkung bei der Ermittlung des Kostenrahmens, Durchführung der ersten Kostenschätzung

Planungsphase:

- Aufbau des Planlaufschemas sowie terminliche und organisatorische Überwachung der Lieferung aller relevanter Planungsleistungen durch die Planungsbeteiligten
- technische Koordination der Planungsbeteiligten
- ständige Überprüfung der Planung im Hinblick auf die Umsetzung des Zielkatalogs und der Nutzungsanforderungen
- permanente Bewertung der Planung hinsichtlich der zu erwartenden Baukosten, Fortschreibung der Kostenermittlung, Dokumentation kostenrelevanter Planungsänderungen und Ausarbeitung entsprechender Entscheidungsgrundlagen für den Bauherrn
- Erarbeiten von Optimierungsmöglichkeiten betreffend die ausführungstechnische Umsetzbarkeit der Planung sowie den Einsatz von Baumaterialien und -verfahren
- Unterstützung des Bauherrn bei der Beschaffung erforderlicher behördlicher Genehmigungen und Zulassungen, Koordination der betreffenden Verfahren und der daran Beteiligten

In den anschliessenden Projektphasen variiert der Leistungsumfang des Construction Managements in Abhängigkeit von der vertraglichen Vereinbarung. Im Fall des Construction Managements mit Ingenieurvertrag beschreiben sich seine Leistungen wie folgt [146]:

Ausschreibungs- und Vergabephase:

- Koordination und Beratung des Architekten, der Fachplaner und Juristen bei der Erstellung der Ausschreibungsunterlagen
- Aufgliederung der Bauleistung in projektspezifisch vorteilhafte Vergabeeinheiten, Erstellung der zugehörigen Bieterlisten
- Durchführung der Ausschreibung, Auswertung der Angebote, Prüfung von Sondervorschlägen der Bieter und Unterbreitung der Vergabevorschläge an den Bauherrn
- Einarbeiten der Vergabepreise in die Kostenermittlung, Unterbreitung von Vorschlägen bezüglich kostensparender Alternativen und Änderungen bei Überschreitung der Teilbudgets

Bauausführungsphase:

- Koordination und Überwachung der ausführenden Firmen in Bezug auf die Einhaltung der Termin- und Qualitätsziele sowie der Sicherheitsvorschriften
- Prüfung der Rechnungen und Nachträge, fortwährende Überwachung und Dokumentation der Kostenentwicklung
- Mitwirkung bei den Abnahmen der Leistungen der ausführenden Firmen

Projektabschlussphase:

- Koordination und Überwachung der Inbetriebnahme des Gebäudes
- Prüfung der Schlussrechnungen, Abschluss der Kostenfeststellung
- Prüfung der Projektdokumentation und Archivierung der Bauakten

Im Fall des Construction Managements mit Bauvertrag ändert sich der Leistungsumfang dahingehend, dass im Regelfall nach Abschluss der Entwurfsplanungsphase mit dem Bauherrn ein Bauvertrag abgeschlossen wird, der nach Bauteilen und Gewerken aufgeschlüsselt ist. Die Kosten sind nach „variablen" Anteilen für die Direktkosten der Bauleistung und „fixen" Anteilen für Geschäftskosten, Wagnis und Gewinn aufgeschlüsselt. Ferner wird meist ein garantierter Maximalpreis (GMP) vereinbart. Bei Projekten, die nicht durch „time to market" oder eine Spezialität geprägt sind, also auch von anderen Ausführungsunternehmen als Gesamtleistung abgewickelt werden können, sollte eine entsprechende Ausschreibung erfolgen, um den Marktpreis zu ermitteln. Der Construction Manager sollte dabei einen „last call" erhalten. Wenn er jedoch bei der Bauleistungsvergabe nicht berücksichtigt wird, wird sein Vertrag nach Variante 1 – Construction Management mit Ingenieurvertrag – fortgesetzt.

„Führt der CM auch die Bauleistung nach dem beschrieben Leistungsumfang aus, so liegt die Einhaltung der Termin-, Kosten-, Qualitäts- und Sicherheitsvorgaben gegenüber dem Bauherrn vollständig in seiner Risikosphäre. Der angelsächsische CM mit Bauvertrag betrachtet sich jedoch weiterhin als Repräsentant und Dienstleister des Bauherrn und nicht nur als ihm gegenüberstehender Generalunternehmer. Im Regelfall beauftragt der Bauherr keine zusätzlichen Projektsteuerer zur Überwachung und Steuerung des Construction-Management-Unternehmens; jedoch übernimmt der Planer in dieser Phase (Abb. 6.6) die Kontrolle der vertragskonformen Ausführung. Der in den USA und Grossbritannien übliche partner-

schaftliche Ansatz dieser projektorganisatorischen Rolle kommt im deutschsprachigen Raum noch relativ selten zur Anwendung. Die Construction-Management-Unternehmen betrachten die Übernahme der genannten bauvertraglichen Risiken als zusätzliche, kundenorientierte Dienstleistungen. In der Zwischenzeit bieten grosse Unternehmen im deutschen Markt diese unter dem Namen ‚PreFair', ‚GMP – Gemeinschaftlich Miteinander Partnerschaftlich', ‚Bauteammodell' etc. an. Die Vergütungsregelung zwischen Bauherr und Construction-Management-Unternehmen berücksichtigt die Übernahme dieser Dienstleistungen. Der Vergleich zwischen GU und CM mit Bauvertrag ist in Abb. 6.8 dargestellt." (nach Racky [146]).

Vergütung der Construction-Management-Leistung [146]

Das American Institute of Architects (AIA) und die Associated General Contractors of America (AGC) bieten für die Construction-Management-Projektabwicklungsformen Standard-Musterverträge an. Die Vertragsentwürfe sind weitgehend miteinander abgestimmt. Für das *Construction Management mit Ingenieurvertrag* stehen die beiden Muster AGC 510 „Standard Form of Agreement Between Owner and Construction Manager" sowie das gleich lautende AIA B 801 zur Verfügung. Für das *Construction Management mit Bauvertrag* wurden die Vertragsentwürfe AIA A 121 / AGC 565 und AIA A 131 / AGC 566 „Standard Form of Agreement Between Owner and Construction Manager Where the Construction Manager Is also the Constructor" gemeinsam veröffentlicht. Die beiden Erstgenannten regeln insbesondere das Construction Management mit einer GMP-Vergütungsregelung.

Beim Construction Management mit Ingenieurvertrag wird meist zwischen Bauherrn und CM ein frei verhandelter Prozentsatz der veranschlagten Baukosten fest vereinbart. Der CM muss dem Angebot eine Kalkulation seiner zu erwartenden Personalkosten sowie der dazugehörigen Baustellengemein- und allgemeinen Geschäftskosten beilegen.

Beim Construction Management mit Bauvertrag hat sich als Vergütungsregelung die bereits erwähnte Vereinbarung eines so genannten garantierten Maximalpreises (GMP) durchgesetzt. Als Grundlage zur Festlegung des GMP dienen die vom CM nach Abschluss der Entwurfsplanung ermittelten voraussichtlichen Baukosten. Diese müssen transparent nach Gewerken und Bauteilen aufgeschlüsselt und in Teilbudgets zusammengefasst werden (Abb. 6.9).

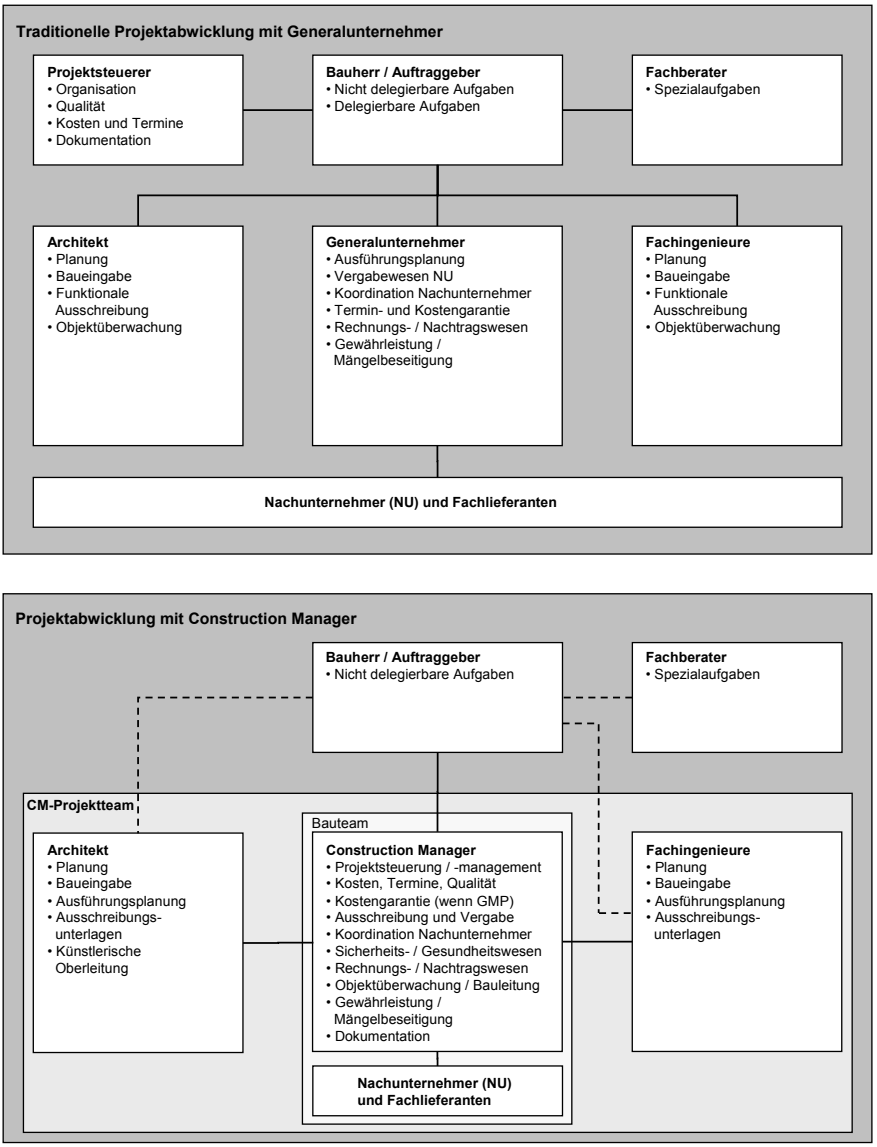


Abb. 6.8: Vergleich der Projektabwicklungsformen GU und CM mit Bauvertrag – Vertragliche Interaktion, Leistungsumfang, Zuständigkeit und Verantwortung (nach Wilckens [147])

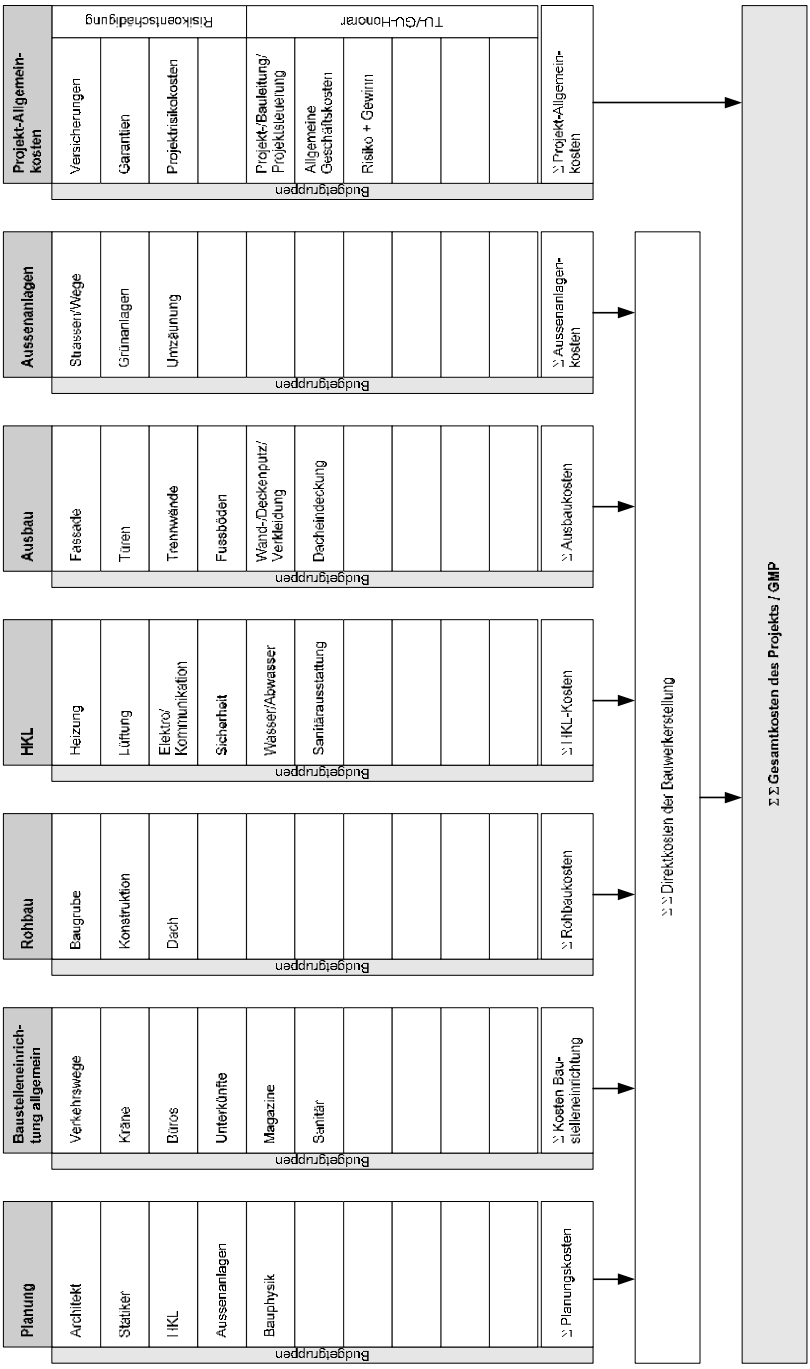


Abb. 6.9: Gliederung einer GU- / TU-Kalkulation in Teilbudgets

Diese Teilbudgets dienen zur Kostenkontrolle für die Vergabe der Teilbauleistungen und Gewerke an Nachunternehmer. Die Summe der variablen Teilbudgets und der festen Pauschalen, die sich aus Baustellengemein- und allgemeinen Geschäftskosten sowie Wagnis- und Gewinnzuschlägen ergeben, wird durch den Deckelpreis (GMP) des Construction Managers mit Bauvertrag abgesichert. Für die Teilbudgets vereinbaren Bauherr und CM das Prinzip der „gläsernen Taschen", d.h. der Bauherr hat vollständigen Einblick in die tatsächlichen Kosten der Nachunternehmerleistungen. Fallen die tatsächlichen Baukosten geringer als vertraglich vorgesehen aus, teilen sich Bauherr und CM den Differenzbetrag in einem festgelegten Verhältnis. Kostenüberschreitungen liegen, sofern nicht vom Bauherrn zu vertreten, im Risikobereich des CM.

Das Konzept des Construction Managements bietet dem Bauherrn und dem CM die Möglichkeit eines zweiphasigen Vertragsmodells. Die erste Phase reicht vom Vertragsabschluss bis zur Festsetzung des GMP (Abb. 6.6 und Abb. 6.10). Bis zu diesem Zeitpunkt liefert der Construction Manager seine Leistungen im Rahmen der Konzept- und Vorprojektphase auf ingenieurvertraglicher Basis.

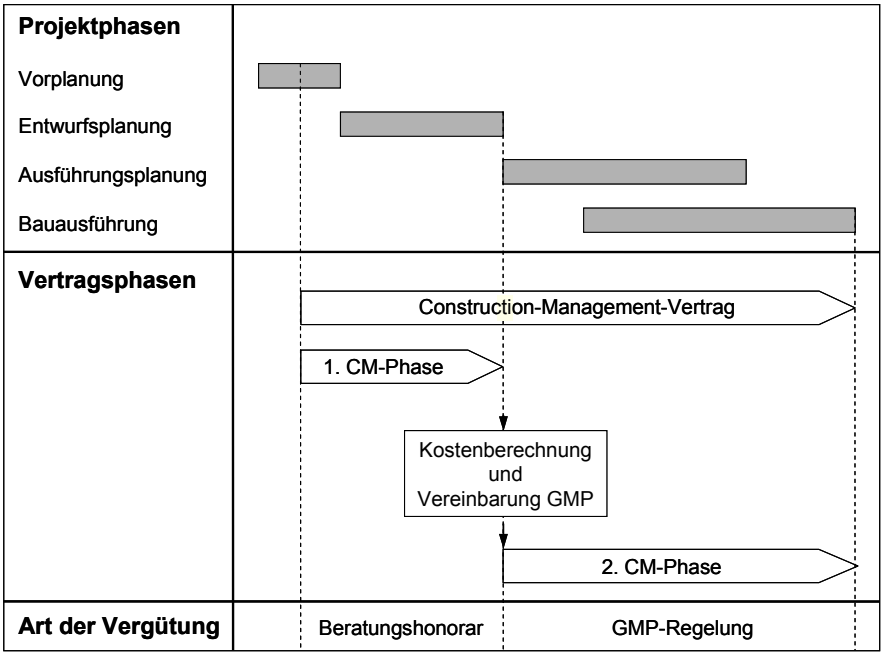


Abb. 6.10: Projektphasen bei Variante 2 – Construction Management mit Bauvertrag [146]

Können sich die beiden Parteien nach der preislichen Bewertung der Entwurfsplanung durch den CM auf einen GMP verständigen, tritt die zweite Vertragsphase in Kraft. Der Berater- und Projektsteuerervertrag des CM wird folglich um den Bauvertrag erweitert. Dies verdeutlicht die Flexibilität, über die der Bauherr bei der Projektabwicklungsform Construction Management verfügt. Er muss sich zu Projektbeginn nicht endgültig festlegen, sondern hat die Möglichkeit, vor dem Start der Bauausführung in Abhängigkeit vom GMP-Angebot des CM über das weitere Vorgehen zu entscheiden. Auf der Grundlage des Planungsstands kann der Bauherr die Bauleistung parallel am Markt anfragen, um einen Bewertungsmassstab für den vom CM vorgelegten GMP zu erhalten. Dies stellt keinen einseitigen Eingriff des Bauherrn in das Vertragsverhältnis mit dem CM dar, weil die erste Vertragsphase abgeschlossen und die zweite als Option vereinbart ist. Der Bauherr verfügt somit über ein Sicherungsinstrument zur Erzielung eines marktgerechten Einkaufspreises für sein Bauwerk. Erscheint dem Bauherrn das GMP-Angebot zu hoch, kann er den CM mit Ingenieurvertrag weiterarbeiten lassen und die Verträge mit den Ausführungsunternehmen in direktem Verhältnis abschliessen (siehe Racky [146]).

Die Vorteile für den Bauherrn beim Construction Management mit Bauvertrag sind wie folgt:

- Das Construction-Management-Konzept ist auf partnerschaftliche Zusammenarbeit ausgerichtet. Das besondere Know-how des CM in Bezug auf technische Gesamt- und Teilsysteminnovationen sowie Beratungs- und Managementkompetenz kann von Projektbeginn an genutzt werden.
- Die Construction-Management-Unternehmer können ihr spezifisches Know-how zur Optimierung der Bauaufgabe frühzeitig zum Vorteil für den Bauherrn einsetzen, da sie meist eine Konzentrationsstrategie bezüglich besonderer, technologisch geprägter Geschäftsfelder verfolgen (hohes Effizienzsteigerungspotenzial).
- Der Bauherr wird durch das Prinzip der „gläsernen Taschen“ weitgehend gegen eine einseitige Übervorteilung abgesichert.
- Kostendach und Termine stehen bereits nach dem Vorprojekt fest.
- Der Bauherr hat einen einzigen Ansprechpartner über alle Projektphasen, bei Mängeln aus Planung und Ausführung, bei der Mängelbeseitigung sowie bei Garantie- und Gewährleistungsverpflichtungen.
- Geringster Projektmanagementaufwand für den Bauherrn

- Umwelt- und Baugrundrisiken können ausreichend beschrieben und zugeteilt werden (CM als Berater und Ausführender).
- Der Construction-Management-Unternehmer übernimmt meist vertraglich das Leistungs-, Termin- und Kostenrisiko und haftet wie alle vorherigen Leistungsträger im Rahmen des Werkvertrags.
- Es gibt nur einen Gesamtverantwortlichen für Termine, Qualität und Kosten (keine Fragmentierung zwischen Planung und Ausführung).
- Kürzeste Bauzeit durch Fast-Track-Abwicklung möglich (Parallelisierung von Planung und Ausführung sowie Herstellungsprozessen)

Die Nachteile sind:

- Der Wettbewerb ist nicht life-cycle-orientiert, sondern bezieht sich nur auf die Erstellungskosten.
- Die Planung und Ausführung muss sich nach den Kosten richten (design and build to cost).
- Antizipierte Änderungen sollten durch Pauschal-Eventualitätspositionen ausgewiesen werden.

6.3 Garantierter Maximalpreis-Vertrag (GMP)

Anwendungsbereich

Der Garantierte Maximalpreis-Vertrag, auch kurz GMP-Vertrag genannt – mit oder ohne „gläserne Taschen“ – ist eine Variante des klassischen Global- bzw. Pauschalvertrags. Die GMP-Vertragsform kann in den folgenden zwei Varianten angewendet werden:

- Der *Deckelpreis* bzw. GMP wird festgelegt, d.h. es wird meist nach vereinbarten Einheitspreisen und den ausgeführten Leistungen bis zur Höhe des vereinbarten Deckelpreises abgerechnet. Werden die Massen überschritten, trägt der Unternehmer das Risiko. Diese GMP-Vereinbarung erfolgt meist bei direkter Vergabe durch den Bauherrn an den ausführenden Unternehmer.
- Der *Deckelpreis* bzw. GMP wird mit Abrechnung nach dem Prinzip der *„gläsernen Taschen“* festgelegt (Abb. 6.9). Diese GMP-Vereinbarung wird dann sinnvoll angewendet, wenn der Auftragnehmer des Bauherrn die Gesamtleistung in sehr frühen Bauprozessphasen übernimmt. In solchen frühen Phasen ist das Optimierungspotenzial trotz des Verga-

bewettbewerbs der Gesamtleistung aufgrund der beschränkten Planungstiefe oft noch nicht ausgeschöpft und der „harte“ Marktpreis noch nicht vollständig evaluiert. Durch eine solche Vereinbarung sichert sich der Bauherr eine frühzeitige Kostendachgarantie und ist durch ein entsprechendes Anreizsystem an den Vergabegewinnen und den Optimierungseinsparungen beteiligt.

Die erste GMP-Form (nur Deckelpreisvereinbarung) ist daher weitgehend unabhängig von der Projektabwicklungsform und der Unternehmensorganisation des Auftragnehmers. Dieser GMP-Vertrag ist somit für Einzel-, Gesamt- und Totalleistungsträgervergabe anwendbar [146]. Bei Einzelleistungsträgern wird das Prinzip des Deckelpreises oft für planerisch anspruchsvolle Schlüsselgewerke, z.B. die technische Gebäudeausrüstung oder die Fassade, angewendet.

Die zweite GMP-Form mit Abrechnung nach „gläsernen Taschen“ ist von ihrer Grundkonzeption her sinnvoll bei komplexen Bauvorhaben, bei denen die Ausführungsplanung baubegleitend nach Vertragsabschluss erstellt wird. Eine solche GMP-Vereinbarung mit einer *Value-Engineering-Anreizvereinbarung* kann in folgenden Projektphasen ausgeschrieben werden:

- nach der Konzeptphase und der einhergehenden Grundlagenermittlung des Bauherrn
- nach der Vorplanungsphase
- nach der Genehmigungsphase
- nach der teilweise bzw. komplett beendeten Ausführungsplanungsphase

Der Bauherr hat also mehrere Möglichkeiten, seine GMP-Vereinbarung zu verschiedenen Projektphasen auszuschreiben. Um einen marktgerechten garantierten Maximalpreis zu erhalten, ist es für den Bauherrn wichtig, dass die Ausschreibung dem fairen Wettbewerb unterliegt. Es sollten nach Möglichkeit, wenn keine anderen Gründe für eine frühere Vergabe gegeben sind, die funktionalen und qualitativen Anforderungen an die bauliche Anlage erstellt sein. Im Regelfall ist eine solche vertragliche Vereinbarung beiderseitig vorteilhaft, wenn die Vorplanung bereits abgeschlossen ist, aber noch nicht mit der Ausführungsplanung begonnen wurde.

Ist die Planung bereits in einem Stadium, dass die Vergabe auf Basis einer gesicherten Leistungsbeschreibung erfolgen kann, genügt im Regelfall der Abschluss eines Pauschalvertrags, um den Interessen der Vertragspartner gerecht zu werden. Da in solchen Fällen das Optimierungspotenzial des Value Engineering bereits weitestgehend ausgeschöpft ist, wäre eine GMP-Vereinbarung lediglich als eine verklausulierte Form des Preis-

nachlasses anzusehen; die erzielbaren Einsparungen ergeben sich hierbei nämlich nur aus eventuellen Vergabegewinnen. Dieses im Risikobereich des Generalunternehmers liegende Einsparungspotenzial kann der Bauherr auch über einen Pauschalpreiswettbewerb erschliessen.

Das Ziel einer GMP-Vereinbarung mit einer Value-Engineering-Anreizvereinbarung ist es, den garantierten Maximalpreis und die Ausführungsdauer *durch partnerschaftliche Zusammenarbeit* zwischen Bauherren, Architekten, Ingenieuren und Unternehmern zu optimieren und zu reduzieren. Nach Beendigung der Baumassnahme werden dann die tatsächlichen Kosten nach dem Prinzip der „gläsernen Taschen“ mit dem Bauherrn abgerechnet. Die Einsparungen durch Vergabegewinne werden ebenso aufgeteilt wie die Gewinne infolge von Optimierungen.

Prinzipielle Regelungen beim GMP-Vertrag mit „gläsernen Taschen“

Beim GMP-Vertrag müssen die üblichen Pauschalvertragsunterlagen um folgende Elemente ergänzt werden:

- Beschreibung des GMP-Verfahrens
- Beschreibung der Value-Engineering-Anreizvereinbarung
- Beschreibung der Risikoverteilung
- Festlegung der Projektorganisationsform
- Schutz des Ideen-Know-hows bei ausserordentlichen Lösungsansätzen
- Abrechnung nach dem Prinzip der „gläsernen Taschen“
- Offenlegung der GMP-Kalkulation (Abb. 6.9)

Durch Win-Win-Vereinbarungen sollte festgehalten werden, dass der GMP durch Optimierungen in Bezug auf Kosten und Termine unterschritten werden soll.

Der GMP-Vertrag bzw. die offenzulegende Kalkulation (Abb. 6.9) setzt sich zusammen aus [146], [148] einem festen Pauschalanteil für Eigenleistungen, Baustellengemein- und allgemeine Geschäftskosten sowie Wagnis und Gewinn des Auftragnehmers (TU / GU) und einem variablen Anteil für die gewerkeweisen Kosten der Nachunternehmerleistungen. Der variable Anteil ist für den Bauherrn transparent. Vergabe- und Optimierungsgewinne nach Schlussrechnung der Nachunternehmer werden nach einem festgelegten Schlüssel aufgeteilt, wobei verschiedene Varianten und Differenzierungen möglich sind. Im partnerschaftlichen Sinn des GMP-Vertrags kann es sinnvoll sein, die endgültige Aufteilung des Vergabegewinns nicht gewerkeweise, sondern nach vollständiger Betrachtung des variablen An-

teils als Ganzes vorzunehmen. Vergabegewinne und -verluste werden folglich miteinander verrechnet, so dass Negativvergaben einzelner Nachunternehmerleistungen nicht im alleinigen Risikobereich des GMP-Auftragnehmers verbleiben. Die Überschreitung der Summe aller variablen Kosten liegt jedoch eindeutig im Risikobereich des GMP-Auftragnehmers.

Der eindeutigen Definition des Leistungsumfangs kommt beim GMP-Vertrag die gleiche Bedeutung wie beim klassischen Pauschalvertrag zu. Als Grundsatz gilt, dass auch bei GMP-Verträgen der Leistungsumfang in Bezug auf die vertraglich fixierte, maximale Vergütung nicht variabel ist. Kostenrelevante Entwurfsänderungen des Bauherrn führen zur Anpassung des GMP. Oft werden GMP-Verträge so konzipiert, dass der GMP-Auftragnehmer keine zusätzlichen Einnahmen durch Nachträge erzielt.

Bei der Abrechnung eines GMP-Vertrags können folgende Ergebnisvarianten auftreten [148]:

- Die Baukosten sind *niedriger* als der Maximalpreis: Bauherr und GMP-Auftragnehmer werden an den Einsparungen nach dem Value-Engineering-Anreizkonzept beteiligt. Die gemeinsam entschiedenen oder vom Bauherrn angeordneten Leistungsänderungen werden gesondert vergütet.
- Die Baukosten sind mit dem Maximalpreis *identisch*: Der GMP-Auftragnehmer erhält den vollen Deckelpreis. Die gemeinsam entschiedenen oder vom Bauherrn angeordneten Leistungsänderungen werden gesondert vergütet.
- Die Baukosten sind *höher* als der Maximalpreis: Der GMP-Auftragnehmer erhält den vollen Deckelpreis. Er muss die Kostenüberschreitung tragen. Die gemeinsam entschiedenen oder vom Bauherrn angeordneten Leistungsänderungen werden gesondert vergütet.

Value-Engineering-Anreizkonzept – Optimierungsphase

Beim Value Engineering können mindestens zwei Ursachen für Kosteneinsparungen unterschieden werden:

- planerische Optimierungseinsparungen
- Vergabeeinsparungen

Bei der Aufteilung dieser Einsparungen (Gewinne) sollten unterschiedliche Erfolgsbeteiligungen zwischen den Vertragspartnern vereinbart werden [148]. Bei einem zu hohen Bonus für den GMP-Auftragnehmer sehen die Bauherren oft die Gefahr, dass die Qualität der baulichen Anlage leiden

könnte. Andererseits sollte die Anreizvereinbarung so gestaltet werden, dass beide Partner Gewinner sind und je nach Initiierungsanstrengungen proportional und nach dem Nutzen umgekehrt proportional am Gewinn beteiligt werden.

Bei nicht eindeutig vereinbartem Leistungsumfang und Qualitätsstandard entsteht Konfliktpotenzial aus der Frage, ob die Vergabegewinne bzw. -verluste eventuell aus Entwurfsänderungen resultieren und somit nicht zwischen Bauherrn und GMP-Auftragnehmer aufgeteilt werden. Unterschiedliche Interessenlagen entstehen, falls der GMP-Auftraggeber bzw. -Auftragnehmer nicht an einer möglichst kostengünstigen Realisierung des funktionalen Bausolls interessiert ist. Diese Interessen sind vor Vertragsabschluss offen zu diskutieren und bei der Vergütungsregelung konsequent zu berücksichtigen. Dem Bauherrn ist zu empfehlen, sein möglicherweise als vorrangig formuliertes Projektziel Kosteneinhaltung und die Möglichkeiten zur Kosteneinsparung nicht zugunsten von gestalterischen Planungsnachbesserungen ohne vorherige Kosten-Nutzen-Analysen aufzuweichen [148].

Die Kosteneinsparungen (variable bzw. proportionale) können auf verschiedenen Wegen erzielt werden. Daher ist eine differenzierte Regelung zur Aufteilung der Kosteneinsparungen erforderlich. Racky [146] schlägt folgende Fälle zur Aufteilung der Kosteneinsparungen vor:

- Fall 1: Kosteneinsparung durch Entwurfsänderungen des Bauherrn, z.B. das Entfallen von Leistungen in den Bereichen Ausbau oder Heizung, Klima und Lüftung, Herabsetzung des Ausbaustandards. Die Einsparung wird ohne planerische Mitwirkung des GMP-Auftragnehmers erzielt. Der entstandene Differenzbetrag fliesst in voller Höhe dem Bauherrn zu, jedoch muss er für mögliche Planungsänderungen aufkommen. Der GMP verringert sich um die aus der Entwurfsänderung resultierenden Minderkosten. Da das Bausoll reduziert wird, handelt es sich nicht um einen Vergabegewinn, der mit eventuellen Vergabeverlusten verrechnet werden kann. Umgekehrt gilt jedoch auch, dass kostensteigernde Entwurfsänderungen des Bauherrn den GMP entsprechend erhöhen. Ansonsten würde sich die Vergütungsreserve für das Auffangen von Minusvergaben verringern und das Kostenrisiko des GMP-Auftragnehmers über die vertraglichen Vereinbarungen hinausgehend steigen.

- Fall 2: Kosteneinsparung durch Vergabegewinne bei unverändertem Bausoll. Der GMP-Auftragnehmer bringt sein Beschaffungs-Knowhow in die Projektabwicklung ein und erzielt optimierte Vergabeergebnisse. Der entstandene Differenzbetrag zu den kalkulatorischen Ansätzen der variablen Kosten sollte im Verhältnis 3:1 zwischen Bauherrn

und GMP-Auftragnehmer geteilt werden.

- Fall 3: Kosteneinsparung durch ausführungsorientierte Planungsänderungen, z.B. Abstimmung der Schnittstellen zwischen Rohbau und Gebäudetechnik sowie Gebäudetechnik und Ausbau, Einsatz von Standardelementen anstatt Sonderanfertigungen, Rückgriff auf Regeldetails anstelle planerischer Sonderlösungen, Fabrikatsfreigaben in den Bereichen Gebäudetechnik und Ausbau. Der GMP-Auftragnehmer bringt allgemeines ausführungsbasiertes Know-how in den Planungsprozess ein und unterstützt die Fachplaner bei der Umsetzung. Der entstandene Differenzbetrag sollte im Verhältnis 2:1 zwischen Bauherrn und GMP-Auftragnehmer geteilt werden.
- Fall 4: Kosteneinsparung durch projektspezifische Planungsbeiträge, z.B. Sondervorschläge für das Gründungskonzept, Überarbeitung des Brandschutzkonzepts, Erarbeitung alternativer Leitdetails in den Bereichen Fassade und Ausbau, Optimierung der Rohrleitungen der Gebäudetechnik. Der entstandene Differenzbetrag sollte im Verhältnis 1:3 zwischen Bauherrn und GMP-Auftragnehmer geteilt werden.
- Fall 5: Bringt der GMP-Auftragnehmer sein unternehmensspezifisches Know-how in den Planungsprozess ein und erarbeitet vollkommen eigenständig auf das Projekt individuell zugeschnittene Optimierungsansätze, so sollten die Einsparungen im Verhältnis 1:1 zwischen Bauherrn und GMP-Auftragnehmer geteilt werden.

Zusätzlich schlägt Gralla [148] vor, im Rahmen dieser fünf Fälle das Aufteilungsverhältnis zwischen Bauherrn und GMP-Auftragnehmer in Abhängigkeit von der bis zum Projektabschluss letztendlich erzielten Gesamteinsparung zu staffeln. Dadurch partizipiert der Bauherr in höherem Mass an den bis zu einer vereinbarten Obergrenze gehenden Minderkosten. Werden darüber hinaus zusätzlich Kosten eingespart, verändert sich das Aufteilungsverhältnis schrittweise zugunsten des GMP-Auftragnehmers. Denkbar ist z.B. die Regelung, dass alle Einsparungen bis zu einer definierten Summe vollständig zugunsten des Bauherrn gebucht werden und erst für die über diese Summe hinausgehenden Einsparungen die Aufteilung gemäss dem 5-Fälle-Modell vorgenommen wird. Dies ist ein weiterer Leistungsanreiz für den GMP-Auftragnehmer bei gleichzeitiger Begünstigung des Bauherrn.

Festzuhalten bleibt, dass durch die Transparenz der tatsächlichen Kosten und die aktive Einbindung des Bauherrn in den Prozess der Kostenoptimierung, verbunden mit der gemeinsamen Teilhabe an diesbezüglichen Erfolgen, die Interessen des Bauherrn und des GMP-Auftragnehmers gebündelt werden und eine partnerschaftliche Ausrichtung erlangen. Die

Verwirklichung der Projektziele durch ein partnerschaftliches Verhältnis wird durch diese Form der Vertragsabwicklung auf eine effiziente Grundlage gestellt, die eine Win-Win-Situation für die Beteiligten sicherstellt.

Projektabwicklungsform sowie Wettbewerbs- und Bewertungskonzept

Bei der Konzeption der am besten geeigneten Projektabwicklungsform ist darauf zu achten, dass die Zielvorstellungen, die mit der GMP-Vereinbarung beabsichtigt sind, durch einfache Strukturen, die ein partnerschaftliches Zusammenarbeiten ermöglichen, erreicht werden. Dabei sind folgende Faktoren zu beachten [146]:

- Der Bauherr oder ein Vertreter muss in den Entscheidungsprozess eingebunden und kompetent sein.
- Der GMP-Unternehmer sollte möglichst frühzeitig partnerschaftlich eingebunden sein.
- Interessengegensätze des Bauherrn, der Planer und des GMP-Unternehmers müssen durch Anreizsysteme partnerschaftlich auf die Projektoptimierung ausgerichtet werden.

Zu diesem Zweck bieten sich die bekannten Projektabwicklungsformen an, wie z.B. Generalunternehmer / Generalübernehmer, Totalunternehmer / Totalübernehmer sowie das Modell des Construction Managements und die nachfolgend aufgezeigten Systemanbieterkonzepte.

Die Ablaufschemata für die GMP-Vergabe in verschiedenen Projektstadien können [148] entnommen werden. Ein Modell, das mit dem EU-Vergaberecht konform ist und von der DB Deutsche Bahn AG angewendet wird, ist in Abb. 6.11 dargestellt.

Die Bewertung der Angebote sollte nicht nur auf dem reinen Preiswettbewerb beruhen, sondern kann u.a. folgende Kriterien beinhalten [148]:

- Konzept für Entwurfs- und Optimierungsphase (u.a. Kosten, Qualität, Risikoteilung)
- Bewertung des Optimierungspotenzials
- Ausführungskonzept (Termin, Organisation, Logistik)
- Qualifikation und wirtschaftliche Potenz des GMP-Unternehmens (Team etc.)

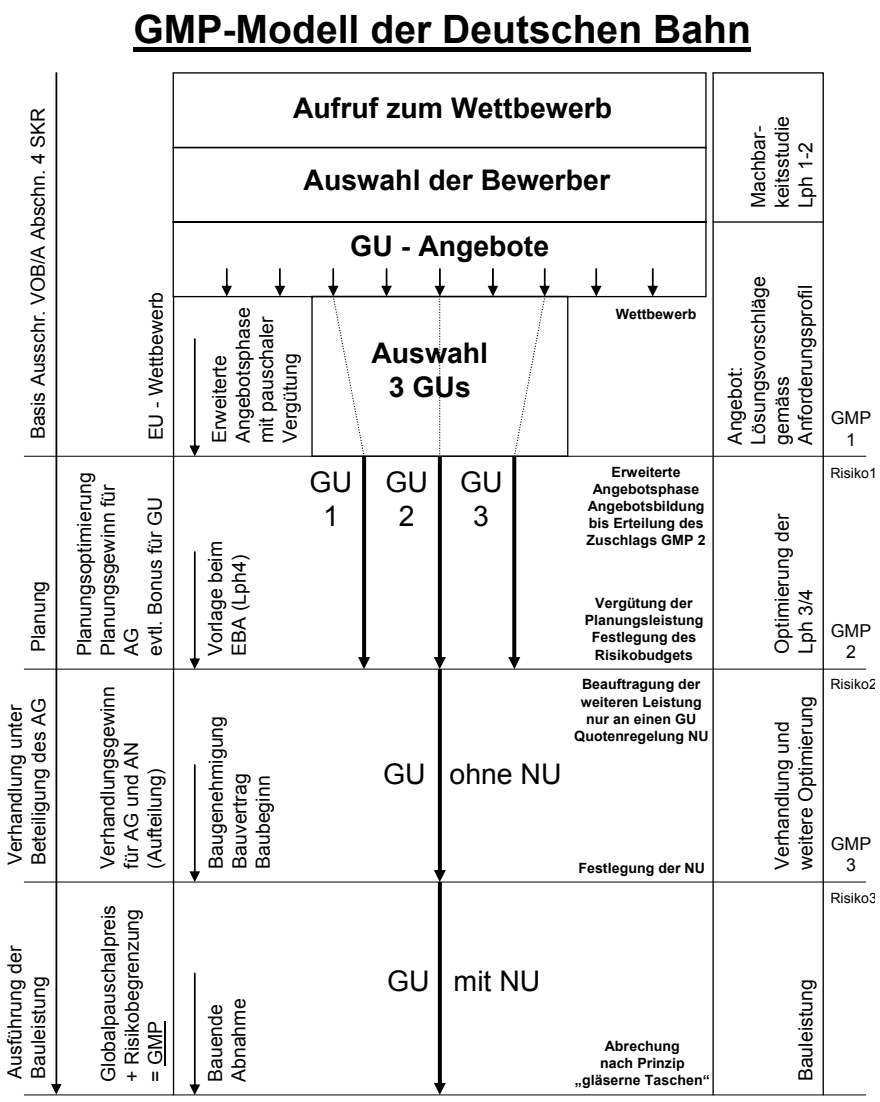


Abb. 6.11: Totalunternehmerprojektabwicklung mit GMP-Projektphasenmodell der DB AG

Bei der Vertragsgestaltung sollten u.a. folgende Punkte beachtet werden:

- Die Basis des GMP muss, besonders bei unvollständiger Vorplanung und Funktionsbeschreibung, klar definiert werden.
- Projektleiter und Optimierungsteam des GMP-Unternehmers sollten festgelegt werden und gehen in die Bewertung ein.
- Prinzip der „gläsernen Taschen“
- Das Änderungsmanagement muss organisiert werden.
- Die Verteilung der Optimierungsgewinn muss festgelegt werden.
- Kriterien und Entscheidungskonzept zur Nachunternehmerauswahl
- Risikoteilungskonzept

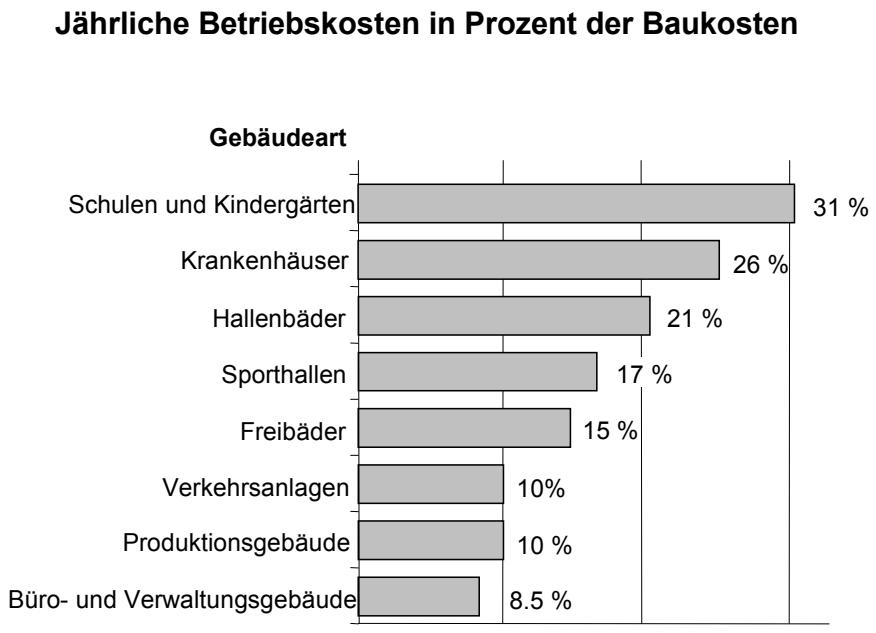


Abb. 6.12: Life-Cycle-Kosten – Jährliche Betriebskosten im Verhältnis zu den Baukosten (Quelle: Bayrische Staatsbauverwaltung, zitiert in [97])

6.4 Systemanbieter

Der Wettbewerb der heutigen Leistungsangebote in allen bisherigen Projektabwicklungsformen (Einzel-, Werkgruppen- General- und Totalleistungsanbieter) schliesst nur Planung und Bau der baulichen Anlagen ein, d.h. die Investitionskosten. Der Wettbewerb konzentriert sich im Wesentlichen nur auf die Planungs- und Baukosten. Dabei wird übersehen, dass die jährlichen Unterhalts- und Betriebskosten nach ca. 7 bis 10 Jahren bei den meisten baulichen Anlagen (ohne Zinseszins) bereits die Investitionskosten bei Inbetriebnahme erreichen (Abb. 6.12). Erste Ansätze zur Nachfrage nach life-cycle-orientierten Leistungen bei professionellen Bauherren zur Nutzung des Optimierungs- und Innovationspotenzials in der Betriebsphase sind deutlich zu erkennen. Bei diesen Bauherren steht die langfristige Rendite- und Wertbetrachtung der Immobilie im Vordergrund. Die Bauindustrie beginnt zudem, sich dieses Marktpotenzial durch Leistungsangebote mit Life-Cycle-Orientierung und entsprechenden „Performance"-Garantien, z.B. in Bezug auf Energieverbrauch oder Unterhalt, zu erschliessen.

Zur Ausgestaltung der Life-Cycle-Orientierung kann man zwei Ansätze verfolgen:

- Life-Cycle-Management von baulichen Anlagen von der Konzeptphase bis zum Rückbau
- Life-Cycle-Contracting von der Vergabephase (möglichst frühzeitig) bis in die Nutzungsphase

Diese Ansätze zur Optimierung von baulichen Anlagen über den gesamten Lebenszyklus anstatt über die reinen Investitionskosten haben folgende Vor- und Nachteile:

- Der Ansatz Life Cycle Management baulicher Anlagen dient dazu, den Preiswettbewerb unter den Leistungsanbietern während der Bauphase ebenso wie in der Nutzungsphase aufrecht zu erhalten. Der Ansatz ist flexibel / anpassungsfähig in Bezug auf Veränderungen während der Bau- bzw. Nutzungsphase. Der grosse Vorteil ergibt sich durch das durchgängige / kontinuierliche Management durch einen einzigen Prozessverantwortlichen über die gesamte Life-Cycle-Periode und den Aufbau eines spezifischen Fachwissens über die Zeit sowie durch und für andere FM-Projekte. Der Nachteil des Life-Cycle-Management-Ansatzes besteht darin, dass keine Garantien für die anfallenden Kosten vorliegen und die potenziellen Kostenüberschreitungen nach wie vor beim Bauherrn / Nutzer verbleiben. Des Weiteren ist der Ansatz dem

Konzept des Integrierten Facility Management sehr ähnlich. Zusätzlich bleiben durch die Fragmentierung der Leistungen während der Bau- bzw. Nutzungsphase die heutigen Probleme in der Bauindustrie wieterhin bestehen. Diese Fragmentierung führt zu heterogenen Interessen der Unternehmen / Auftragnehmer, wobei in Konsequenz keine gewerkeübergreifenden / ganzheitlichen / integrierten Innovationen stattfinden können. Dies ist aber eines der Hauptprobleme in der heutigen Bauindustrie. Viele professionelle Bauherrn der Luft- und Raumfahrt, der Automobil- und Chemischen Industrie wie z.B. BAA, Intel, Mercedes fordern eine Life-Cycle-Optimierung ihrer Gebäude mit den notwendigen Leistungsgarantien in der Nutzungsphase. Um zu einer projektspezifischen Life-Cycle-Optimierung mit den notwendigen Leistungsgarantien zu gelangen, ist es erforderlich, ein wettbewerbsfähiges Umfeld zu schaffen, in dem gewerkeübergreifende, ganzheitliche Innovationen gefördert werden. Ganzheitliche Innovationen benötigen einen Zusammenschluss zwischen dem Hauptauftragnehmer als Systemführer – der auch für eine längere Bauwerksnutzungsdauer verantwortlich ist – und den Planern und Lieferanten / Herstellern für Fassade und HKLSE-Gewerke.

- Der Ansatz Life Cycle Contracting baulicher Anlagen auf der Basis des Systemanbieter-Ansatzes (SysBau®) baut auf einer Kooperation zwischen den Hauptauftragnehmern (Systemführer) für Projekte in einem bestimmten Marktsegment auf, um durch Innovationen und kontinuierliche Verbesserung zur Optimierung bzw. zur Minimierung der Life-Cycle-Kosten zu gelangen. Des Weiteren erfordert der Ansatz eine partnerschaftliche Zusammenarbeit zwischen dem Bauherrn und dem Life-Cycle-Auftragnehmer. Mittels Preiskatalogen für Varianten / Projektveränderungen wird das Angebot für den Kunden flexibel gestaltet. Dem Bauherrn wird es dadurch ermöglicht, in jeder Projektphase zum spätestmöglichen Zeitpunkt Entscheidungen zur Bauwerksanpassung an die Nutzeranforderungen flexibel und unter Einhaltung des vereinbarten Kostendachs bzw. der Kosten-Nutzen-Relation zu treffen. Der Bauherr trägt die Verantwortung für die zu treffenden Entscheidungen, der Auftragnehmer für das Management und die Durchführung der vereinbarten Leistungen sowie für die lebenszyklusorientierten Leistungsgarantien.

Diese Ansätze stellen gegenüber traditionellen Einzel-, Gesamt- und Totalleistungsträger-Projektabwicklungsformen einen Paradigmenwechsel dar. Der Fokus wechselt von den Investitionskosten zu den Life-Cycle-Kosten von baulichen Anlagen. Dieser Übergang ist mit Prozessinstabilitäten verbunden (Abb. 6.13).

Die jetzigen Prozesse der traditionellen Projektabwicklungen stagnieren in ihren Beiträgen zum langfristigen Projekterfolg des Bauherrn, da sie im Regelfall nicht auf Life-Cycle-Kosten, sondern nur auf Investitionskosten optimiert sind (Abb. 6.13). Es sind neue Projektabwicklungsformen mit Leistungsinnovationen erforderlich. Noch sind sie mit Risiken verbunden, da erst neue Projektabwicklungsprozesse am entstehen sind. Diese müssen erprobt und einem kontinuierlichen Verbesserungsprozess unterzogen werden, um Unsicherheiten aufgrund von opportunistischem Verhalten sowie technischem und nutzerbedingten Unabwägbarkeiten zu minimieren und damit Risiken für den Bauherrn sowie Leistungsanbieter zu reduzieren. Erst dann kann sich das gesamte Leistungspotenzial entfalten.

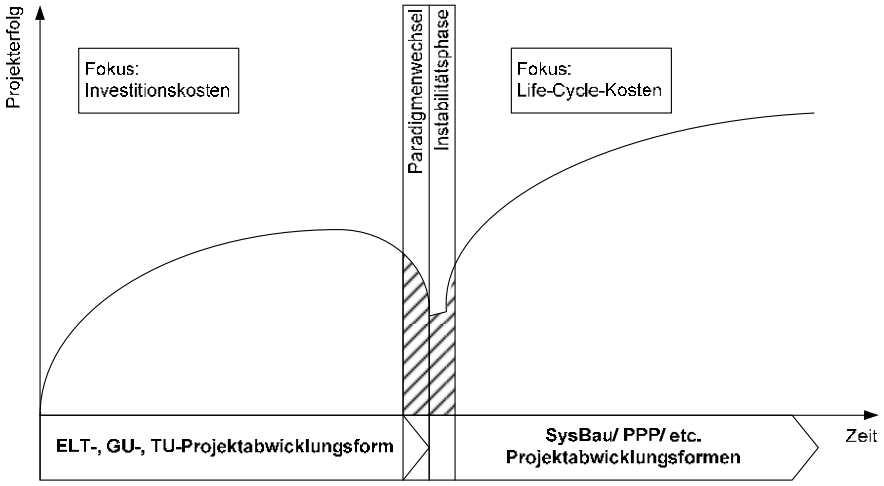


Abb. 6.13: Paradigmenwechsel von Investitionskosten zu Life-Cycle-Kosten

Life-cycle-orientierte Leistungsangebote ermöglichen eine Systemoptimierung der baulichen Anlagen auf Leistungsanbieterseite. Damit kann die bauliche Anlage bereits vor der Erstellung in den traditionellen Angebotsphasen bezüglich Investitions- und Nutzungskosten eines definierten Zeitraums unter Wettbewerb gestellt werden. Der Bauherr erhält dadurch – neben der Garantie der Investitionskosten – eine erweiterte Garantie auf die entstehenden Nutzungskosten und damit für die angestrebte Rendite. Das Marktrisiko des Verkaufs und der Vermietung wird er weiter tragen.

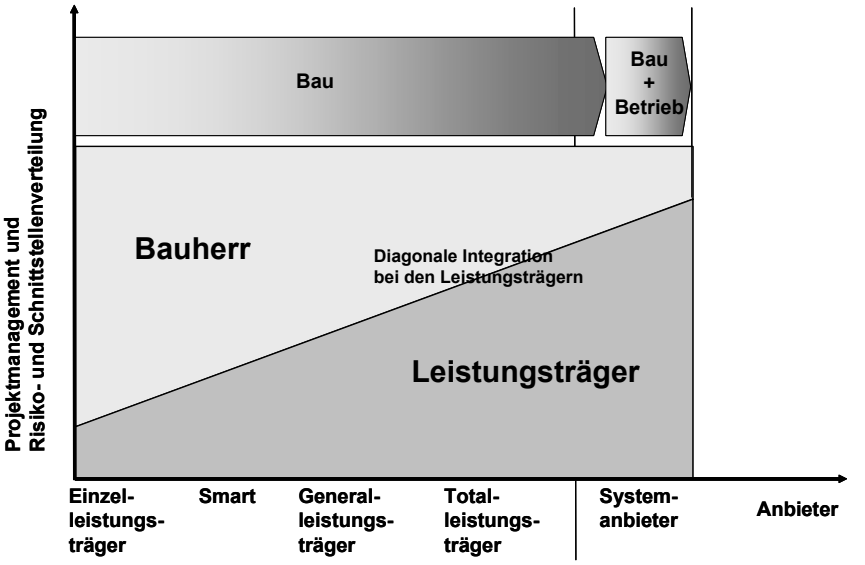


Abb. 6.14: Einordnung des Systemwettbewerbs in die Projektabwicklungsformen

Systemanbieter Bau (SysBau®)

Merkmale:

Definition:

- Der Systemanbieter Bau bietet als Unternehmen der Bauwirtschaft life-cycle-orientierte Gesamtlösungen aus einer Hand in einem bestimmten Marktsegment aktiv an.
- Die ganz auf die Bedürfnisse der Kunden zugeschnittenen life-cycle-orientierten Gesamtlösungen basieren auf einem sowohl funktional als auch gestalterisch und/oder technisch optimierten Systemkonzept. Im Systemkonzept bringt der Systemführer seine Kernkompetenzen zum Tragen und entwickelt es projektübergreifend kontinuierlich weiter.
- Durch die Übernahme von Planung, Ausführung und (allenfalls) Betrieb, integriert der Systemführer in Kooperation mit weiteren Unternehmen alle Teilleistungen und Teilsysteme zur optimalen Gesamtlösung mit Life-Cycle-Charakter.

Abb. 6.15: Systemanbieter Bau – SysBau [150], [84]

Ein wesentlicher Vorteil des Systemanbieterkonzepts [149], [150] liegt in der zugehörigen Wettbewerbsform. Dabei kann der Anbieter das gesamte Leistungsspektrum von Planung, Finanzierung, Bau, Betrieb und Unterhalt anbieten (Abb. 6.14). Er hat damit den Anreiz, das Projekt über dessen gesamten Lebenszyklus ganzheitlich zu optimieren. Dies bedeutet, dass die Kriterien für einen wirtschaftlichen Betrieb und Unterhalt eines Bauprojekts schon optimal in die Planung einfliessen. Gleiches gilt auch für die Baumethoden. Dieser Wettbewerb stellt an den Systemanbieter (Abb. 6.15) die Anforderung, alle erforderlichen Kompetenzen bereitzuhalten und durch ein leistungsfähiges Projektmanagement untereinander zu vernetzen.

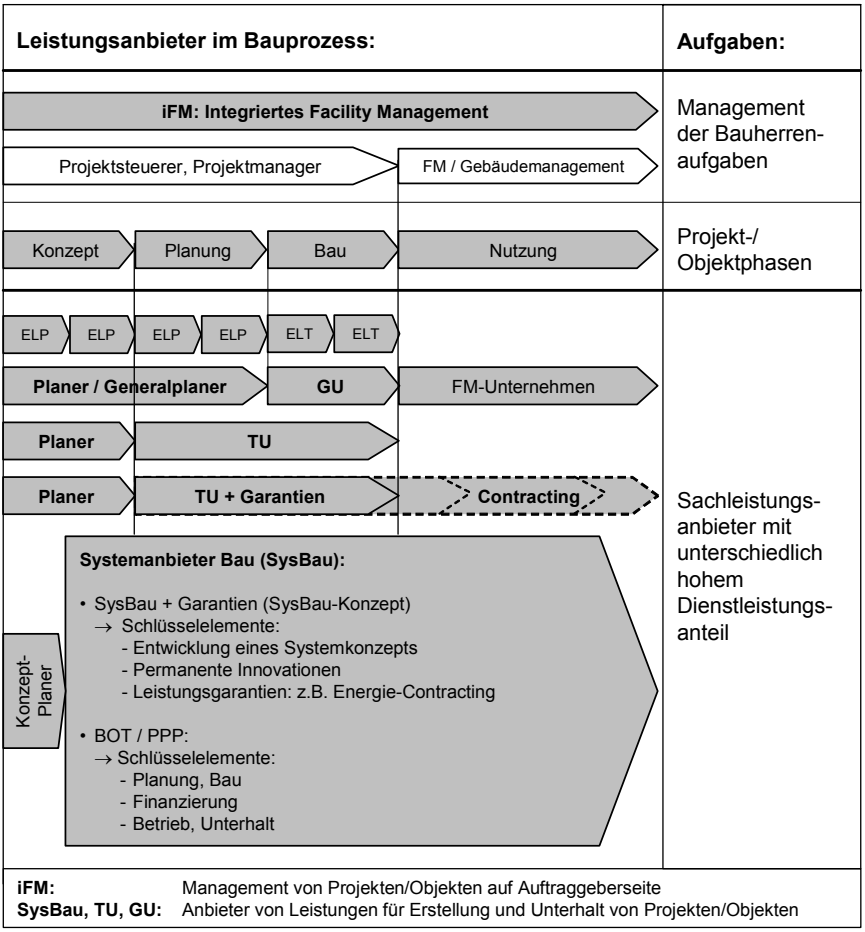


Abb. 6.16: Eingliederungssystematik für Leistungsanbieter im Bauwesen

Als Systemanbieter (SysBau) werden in der Bauwirtschaft Unternehmen bezeichnet [84], die life-cycle-orientierte Gesamtlösungen aus einer Hand in einem bestimmten Marktsegment aktiv anbieten und dadurch Innovationen und kontinuierliche Verbesserung generieren (Abb. 6.15). Der Unterschied einerseits zum Totalunternehmer besteht darin, dass beim Systemanbieter die kundenorientierten Gesamtlösungen, die vollständig auf die Bedürfnisse der Kunden zugeschnittenen sind, auf einem sowohl funktional als auch gestalterisch und / oder technisch optimierten, life-cycle-orientierten Systemkonzept basieren. Die Abgrenzung andererseits zum integrierten Facility Manager besteht darin, dass dieser dem Bauherrn entlang der Wertschöpfungskette Bauwerk nur Managementleistungen im eigentlichen Sinn anbietet. Er managt im Auftrag des Bauherrn dessen bauliche Anlagen (Facility); der Systemanbieter hingegen bietet Sachleistungen mit integrierten Dienstleistungen im Rahmen des integrierten Facility Management an (Abb. 6.16).

Der Systemführer bringt seine Kernkompetenzen im Systemkonzept zum Tragen und entwickelt es (projektübergreifend) kontinuierlich weiter. Da Systemanbieter sich auf Marktsegmente konzentrieren oder sogar spezifische Bauwerke anbieten, wird es ihnen gelingen, Systemkonzepte für diese Bauwerke zu entwickeln. Solche Systemkonzepte sollten die architektonische Gestaltungsvielfalt weitgehend erhalten. Systemkonzepte können z.B. wie folgt ausgestaltet werden:

- optimierte, integrierte Fassade-, Heizung-, Lüftung-, Klima- und Wärmerückgewinnungssysteme, ausgelegt nach Life-Cycle-Kosten
- optimierte Ausbaustandardsysteme hinsichtlich Qualität, Nutzungszeit nach Life-Cycle-Kostengesichtspunkten
- integrierte, variable Systemfertigteillösungen mit computerunterstützter Fertigung

Dabei integriert der Systemführer Teilleistungen und Teilsysteme, die er in Kooperation mit Partnerunternehmen erarbeitet, und erreicht so eine ganzheitliche, optimierte Gesamtlösung (Abb. 6.17). Dieses integrierte Leistungsangebot von Planung, Ausführung und allenfalls Betrieb von Bauwerken verschafft dem Systemführer einen komparativen Konkurrenzvorteil.

Im Bereich des gewählten Marktsegments verfügen Systemanbieter über ganzheitliches Know-how von der Planung bis hin zu Nutzung und Betrieb von Bauwerken. Anstatt projektindividuelle, improvisierte Einzellösungen zu erarbeiten, verfolgen Systemanbieter die aktive Weiterentwicklung projektübergreifender, innovativer Gesamtlösungen.

Das im Verlauf eines Projekts erarbeitete Know-how wird gezielt für Folgeprojekte im definierten Marktsegment nutzbar gemacht. Auf diese Weise findet eine aktive Bewirtschaftung des vorhandenen Wissenskapitals statt (Wissensmanagement). Dies ermöglicht eine Kompetenzführerschaft, die zu wettbewerbsentscheidenden Entwicklungen neuer Lösungen (Innovationsmanagement) führen kann (Abb. 6.15).

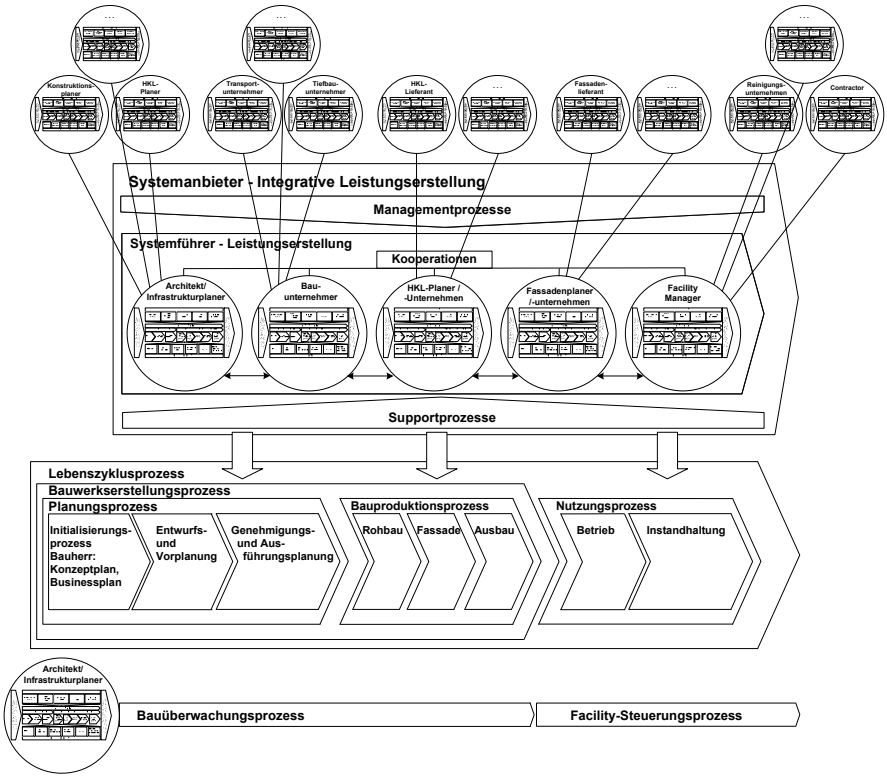


Abb. 6.17: Systemanbieter

Durch dieses Konzept [150], [84] werden Bauwerke und bauliche Systeme auf Nachhaltigkeit in Bezug auf ihren Lebenszyklus ausgerichtet. Nur durch die Integration von Planen, Bauen und Betreiben werden wirtschaftliche Anreizsysteme geschaffen, die bei Planern, bauausführenden Unternehmen sowie Betreibern eine Nachhaltigkeit hinsichtlich des Werts der geschaffenen Bauwerke bzw. Immobilien garantieren.

Der SysBau-Ansatz versteht unter Nachhaltigkeit in einem Life-Cycle-Denken bezüglich baulicher Systeme:

- eine qualitativ hochwertige Architektur, die die bauliche Anlage in Bezug zum kulturellen und sozialen Umfeld setzt und dadurch auch zur langfristigen Werterhaltung beiträgt,
- einen optimalen, nachhaltigen und wirtschaftlichen Umgang mit den Ressourcen in Bezug auf Baumaterialien, Betriebsmittel und Umgestaltungsmittel,
- die Ermittlung des Zeitwerts eines Bauwerks unter Beachtung von mehrdimensionalen Bewertungskriterien, die architektonische Gestaltung und discounted free cash flow enthalten,
- ein Gesamtkostenoptimum hinsichtlich Investitionen und Nutzungskosten sowie Einnahmen und Wertentwicklung der baulichen Anlage.

Dadurch werden Unternehmen kundennahe Lösungsanbieter, die ihren Kunden ihr Leistungsbündel aktiv anbieten und kommunizieren können.

Für Bauunternehmen bietet sich durch den Systemanbieteransatz die Herausforderung und Chance, ihre Kernkompetenzen Bauen und gegebenenfalls Planen um Dienstleistungen rund um das Bauen wie Finanzieren, Betrieb und Unterhalten zu erweitern. Dies bedeutet eine Verlagerung ihrer Aktivitäten weg von den wenig renditeträchtigen Tätigkeiten im reinen Baugeschäft hin zu den vor- und nachgelagerten Dienstleistungen mit hohen Renditeanteilen.

Mit Systemanbieterleistungen wird die höchste Stufe der Integration erreicht. Darin eingeschlossen sind im Idealfall neben Planungs- und Bauleistungen auch Betrieb, Unterhalt und Finanzierung. So gibt es bereits erste Modelle, bei denen Kunden auf der Grundlage einer Funktionalausschreibung von einem Systemanbieter die Bereitstellung eines Gebäudes einer bestimmten Qualität einschliesslich Betrieb und Unterhalt zu einem festgelegten Nutzungsentgelt nachfragen. Weitere Beispiele sind die PPP-Modelle (Public Private Partnership) bzw. BOT-Modelle (Build Operate Transfer), die weltweit immer öfter angewendet werden. Dabei legt ein Staat Planung, Finanzierung, Bau und Betrieb einer öffentlichen Infrastrukturanlage in die Hand einer privatwirtschaftlichen Projektgesellschaft. Dies geschieht über einen Konzessionsvertrag, der u.a. die Konzessionszeit und die Gebühren festlegt, die die Projektgesellschaft für die Benutzung der Anlage erheben darf, um daraus die Projektkosten zu decken und ihren Gewinn zu generieren. Ist die Konzessionszeit abgelaufen, so fällt das Projekt meist zu festgelegten Konditionen an den Konzessionsgeber. Weitere PPP-Varianten ergeben sich aus den Outsourcing-, Kontrakt- und Koope-

rationsmodellen für eine lebenszyklusorientierte, projekt- bzw. aufgabenspezifische Zusammenarbeit.

Der Systemanbieter sollte nicht nur den Preis und die Termine, sondern durch ein Life Cycle Contracting auch die Unterhalts- und Instandsetzungskosten über eine bestimmte Nutzungsdauer garantieren und somit den ROI (return on investment) für den Bauherrn und Investor mit einer geringen Streubreite auf der Kostenseite weitgehend bestimmbar machen. Diese Form der Projektrealisierung lässt eine sehr schnelle Projektabwicklung zu.

6.4.1 Systemanbieter mit Life Cycle Contracting

Leistungsangebot

Bauherren, die ihre baulichen Anlagen auf Rendite und langfristige Werterhaltung ausrichten, haben erkannt, dass die traditionellen Projektabwicklungsformen oft nicht zu den gewünschten Ergebnissen führen. Die Rendite- und Werterhaltungsorientierung kann durch einen Life-Cycle-Ansatz [84] erreicht werden.

Da Gebäude weitgehend Unikate (Spezifität) sind, insbesondere hinsichtlich ihres Erscheinungsbilds (Architektur, Funktion), lassen sich meist nur Teilsysteme und sekundäre Elemente standardisieren. Ferner kann der Bauherr nicht – wie bei einem Auto – die Funktionen und Aufwandskosten (z.B. Verbrauch) vorher testen. Bei einem Massen- bzw. Konsumprodukt können durch Vergleichstests und Marktuntersuchungen auch Wiederverkaufswert und Betriebskosten ermittelt werden. Dadurch kann der Kunde über den Investitionspreis hinaus bereits life-cycle-orientierte Wirtschaftlichkeitsüberlegungen anstellen.

Aufgrund des weitgehenden Unikatcharakters baulicher Systeme, zumindest hinsichtlich der architektonischen Gestaltung und der immobilen Platzierung in der Umwelt, lassen sich Bewertungsmethoden nur unvollständig bzw. oft nicht aussagekräftig anwenden. Bezüglich des Bewertungssystems für bauliche Anlagen bilden Funktionalität, Qualität, Investitions- und Betriebskosten, Rendite und Werterhaltung nicht die alleinigen Kriterien; auch wie sich die bauliche Anlage in das kulturelle und natürliche Umfeld einpasst, ist ein prägendes Element. Ferner müssen bauliche Anlagen eine hohe Nutzungsflexibilität aufweisen, um nachfragegerecht an zukünftige Marktbedürfnisse angepasst werden zu können.

Eine Life-Cycle-Orientierung kann nicht, wie bei Massen- oder Konsumgütern, über Produktvergleiche erreicht werden, sondern es müssen Anreizsysteme entwickelt werden, so dass die traditionellen, nur phasenweise an einem Bauprojekt beteiligten Unternehmen an dem wirtschaftli-

chen Erfolg der Folgephasen interessiert sind. Daraus können die folgenden Konsequenzen für die Unternehmen der Bauwirtschaft aus der Sicht der Kunden und des Marktes resultieren:

- weg von phasen- und gewerkefragmentierten Einzelleistungen,
- hin zu weitgehend innovativen Gesamtleistungen, die die Planungs- und Bau- sowie möglichst die Nutzungsphase umfassen.

Dadurch ergeben sich für die Unternehmen neue Chancen zur Erschliessung neuer Märkte durch life-cycle-orientierte Leistungsinnovationen (Abb. 6.18). Diese entwickeln sich durch Integration von Planungs- und Ausführungs-Know-how zu Systemleistungen und ermöglichen, durch Verdrängung der traditionellen Einzelleistungsanbieter neue Marktanteile zu generieren. Dies führt zu einem Life-Cycle-Wettbewerb [84] baulicher Lösungen mit folgender Charakteristik:

- Ausdehnung des Wettbewerbs baulicher Lösungen auf die Nutzungsphase von Bauwerken
- Credo moderner, life-cycle-orientierter Wettbewerbsverfahren: Planung, Ausführung und Betrieb „aus einer Hand“ mit Kosten-, Termin- und Funktionsgarantien
- Ausdehnung angewendeter Modelle im Bereich des Contracting baulicher Teilbereiche wie z.B. Heizungs- und Klimatechnik auf komplexe bauliche Systeme

Diese Ansätze können aus den Konzessionsprojekten abgeleitet werden. Da die meisten Konzessionsprojekte in der Regel nur von sehr grossen, finanzkräftigen Unternehmen umgesetzt werden können, müssen Konzepte entwickelt werden, wie KMUs solche kundenorientierten Konzepte anbieten können. Dies kann mittels Life Cycle Contracting erfolgen.

Der Vorteil für *KMUs*, die dies in der Regel in *Kooperationen* mit Planern und anderen ausführenden Unternehmen (Bauunternehmen, Heizungs- und Lüftungsunternehmen etc.) sowie Facility-Management-Unternehmen im Bereich des Neubaus, der Instandsetzung und des Unterhalts umsetzen, besteht darin, dass sie dem Kunden eine differenzierte, komplexe Leistung schlüsselfertig anbieten. Aufgrund der Leistungsinnovationen können sie von Einzelleistungsträgern neue Kunden gewinnen und so auch in einem stagnierenden Markt erfolgreich sein. Ferner binden sie den Kunden mit längerfristigem Contracting im Bereich des Betriebs und des Unterhalts der baulichen Anlage in der Nutzungsphase an sich. Der Kunde wird bei Neuinvestitionen auf solche Unternehmen zurückgreifen, wenn in der Nutzungsphase eine hohe Kundenzufriedenheit erreicht wurde.

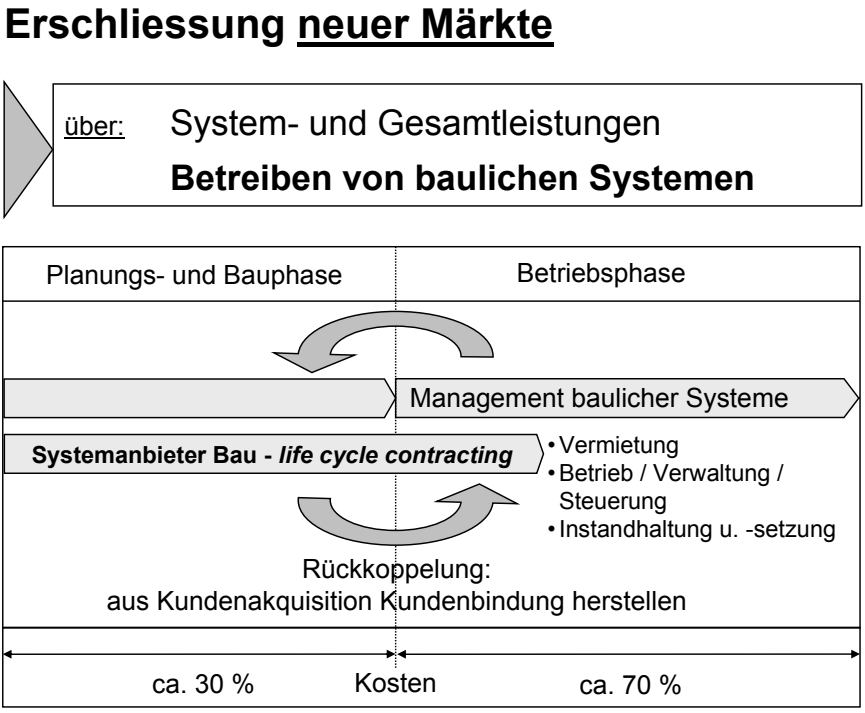


Abb. 6.18: Systemwettbewerb führt zu Leistungsinnovation und Kundenakquisition mit anschliessender Kundenbindung

Ähnlich wie General- und Totalunternehmer garantieren Systemanbieter Qualität, Preis und Übergabetermin. Sie zeichnen sich jedoch entscheidend dadurch aus, dass sie im Bereich einer angestrebten Baulösung über ganzheitliches, life-cycle-orientiertes Know-how bis hin zum Betreiben der Bauwerke verfügen. Ferner entwickeln sie bestimmte Bauwerkstypen nach ihrem Systemkonzept kontinuierlich weiter. Zudem müssen Systemanbieter das Know-how haben, LCC-Analysen durchzuführen, um die Wirtschaftlichkeit ihrer baulichen Lösung darzustellen. Somit wird mit Hilfe des Wissensmanagements ein kontinuierliches Lernen und Verbessern unternommen, um einerseits den Kundennutzen zu erhöhen und andererseits einen Wettbewerbsvorsprung zu entwickeln. Bestehende Synergiebarrieren zwischen Planung, Ausführung und Betreiben von Bauprojekten werden abgebaut und in am Markt nutzbare Wettbewerbsvorteile umgewandelt.

Die Erschliessung neuer Märkte erfolgt durch die Erweiterung traditioneller Planungs- und Ausführungsleistungen um Angebote aus dem Betreiben baulicher Systeme (z.B. im Rahmen eines integrierten technischen Gebäudemanagements), die den Systemanbieter (z.B. in Kooperati-

on) für den Kunden zum ganzheitlichen Lösungsanbieter machen. Die Rückkopplung aus der Nutzungsphase in die Gebäudeplanung und -erstellung versetzt den SysBau in die Lage, frühzeitig eine ganzheitliche, kundenorientierte Lösung einer baulichen Aufgabenstellung zu entwickeln. Durch die Übernahme von Leistungsinhalten aus dem Bereich der Nutzungsphase stellt der SysBau darüber hinaus eine Kundenbindung her, die weit über den traditionellen Planungs- und Ausführungszeitraum hinaus wirksam ist.

Die Unternehmen bieten Planungs-, Bau- und Betriebsleistung in Kooperation an. Als Pilotbeispiel einer solchen Unternehmung kann die Hamburger Facility Management Aktiengesellschaft (www.hfm-ag.de) angesehen werden, die sich schrittweise zu einem Systemanbieter entwickelt. Dieses Unternehmen ist im eigentlichen Sinn kein Facility-Management-Unternehmen, wie der Name suggeriert, sondern ein Unternehmen, das Bau-, Unterhalts- und Contracting-Leistungen im Rahmen des integrierten Facility Managements anbietet. Um die finanzielle Belastung bzw. die Kreditbelastung z.B. einer KMU-Kooperation gering zu halten, werden die Leistungen nach den einzelnen Phasen vergütet, also die Planungsleistung nach Fertigstellung der Planung und die schlüsselfertige Ausführung nach Fertigstellung und Betriebsübergabe des Gebäudes. Während der Nutzungsphase erfolgt dann die Vergütung der Leistungen aus den Contracting-Verträgen jährlich bzw. in festgelegten Leistungs- oder Abrechnungsstufen. Diese Verträge sollten durch Garantien abgesichert sein. Der Wettbewerb für die Gesamtleistung mit Phasenvergütung erfolgt jedoch als Paket, z.B. nach der Vorprojektphase. Dieser Wettbewerb schafft dann das Anreizsystem für den Bauherrn, so dass er für eine bestimmte Nutzungszeit eine auf Gesamtkosten optimierte Lösung erhält, die über den Vergleich der Investitionskosten der einzelnen Angebote hinausgeht. Hierzu ist es notwendig, dass sich Planer, Handwerksunternehmen und Facility Manager in einer Kooperation zusammenfinden, um ihre Kompetenz für ein umfassendes Leistungsangebot zu bündeln, dies mit besonderem Hinblick auf die Leistungs- bzw. Kostengarantien, die es im Betriebs-Contracting zu erfüllen gilt.

Dabei ist es wichtig, dass Systemanbieter [84] mit Life-Cycle-Contracting den Bauherrn weitgehend von für ihn atypischen Risiken befreien. Solche Life-Cycle-Systemanbieter sollten die Funktionalität und Leistungseffizienz durch Contracting garantieren. Dabei muss mittels eines Anreizsystems für geringe Aufwandswerte / -kosten die damit verbundene Attraktivitätssteigerung auf der Einnahmeseite durch Einsparungs- bzw. Gewinnbeteiligungen belohnt werden.

Projektabwicklungsform

Der Bauherr / Kunde mit längerfristiger Rendite- und Werterhaltungsorientierung muss adäquate Projektabwicklungs- und Vergabeformen wählen, um solche Systemleistungsangebote für sich nutzen zu können.

Um die Synergien des Planungs-, Ausführungs- und Betriebs-Knowhows zu nutzen, sollte man solche Projekte im Gesamtleistungswettbewerb ausschreiben. Nur durch die klare Vorgabe der langfristigen Strategie für bauliche Anlagen in Bezug auf Funktionalität, Qualität und den Kostenrahmen lassen sich kreative, innovative Leistungen zum Nutzen des Bauherrn aus dem Markt schöpfen. Daher eignen sich Projektabwicklungsformen, wie sie aus GU- und TU-Modellen bekannt sind, allerdings erweitert um die Leistungsphase Betriebs- bzw. Unterhalts-Contracting.

Der Wettbewerb (Abb. 6.19) kann wie folgend durchgeführt werden:

- GU-Vergabe mit Life Cycle Contracting von Energie, Ver- und Entsorgung, Wartung etc.
- TU-Vergabe mit Life Cycle Contracting von Energie, Ver- und Entsorgung, Wartung etc.

Beim Systemanbieter wird in der Regel der Werkvertrag mit einem Service- bzw. Contracting-Vertrag ergänzt, bei dem der Unternehmer nach der Erstellung des Werks auch den Betrieb / Unterhalt von Teilen des Werks oder des ganzen Werks zu übernehmen hat. Der Wettbewerb bezieht sich somit nicht nur auf den Werkvertrag, sondern erweitert sich um die Leistungsphase des Betriebs- bzw. Unterhalts-Contracting. Das bedeutet, dass der Systemanbieter nicht nur Kosten- und Termingarantien für den Bau abgibt, sondern auch Funktions- und Leistungsgarantien für eine gewisse Zeitspanne der Nutzungsphase.

Wenn der Gesamtleistungs- bzw. Systemwettbewerb nach Fertigstellung der Ausführungsplanung und detailliertem Leistungsverzeichnis durchgeführt wird, kann man nicht erwarten, dass es zu einem Ideenwettbewerb kommt. Bei dieser Ausschreibungsform, die auf einen Preiswettbewerb hinausläuft (ökonomisches Minimalprinzip), können keine firmenspezifischen Innovationen oder Systemkonzepte genutzt werden, da die Planer des Bauherrn die Lösung, die meist nur gewerke- und herstellungstechnische Verbesserungen und Innovationen zulässt, bereits ausgearbeitet haben. Diese Form des Wettbewerbs ist dann geeignet, wenn den Planern bereits alle optimalen Informationen über Systeme wie Heizung, Klima, Lüftung, die Interaktion zur Fassade oder standardisierte Elemente mit integrierten technischen Installationen vorliegen, die hinsichtlich Qualität und Kosten in der Nutzungsphase nicht durch Leistungsangebote von Gesamtleistungsanbietern verbessert werden können. Daraus wird deutlich,

dass es am Ideenreichtum der Unternehmer und deren Kooperationen liegt, ob der Bauherr die Leistungen der anbietenden Unternehmen nur einem Preiswettbewerb mit geringem Differenzierungsspielraum für die Unternehmen oder einem Preis-Leistungswettbewerb, bei dem die Innovationsstärke der Unternehmen / Kooperationen in das Leistungsangebot einfliesst, unterzieht.

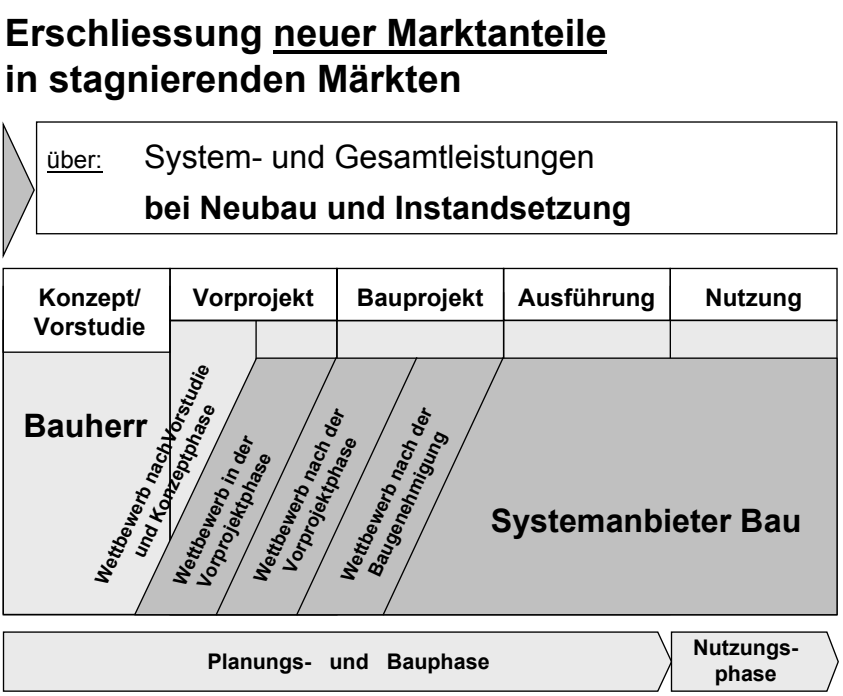


Abb. 6.19: Einordnung des Systemwettbewerbs in die Bauprozessphasen

Ist genügend Differenzierungspotenzial bei den Leistungsanbietern vorhanden, so besteht für Kunden und Unternehmenskooperationen eine hervorragende Möglichkeit, dieses im Rahmen eines Systemanbieterwettbewerbs mit Life Cycle Contracting in einer Win-Win-Situation auszuschöpfen. Dann sollte die Projektabwicklung analog zur TU-Vergabe erfolgen, mit Life Cycle Contracting auf GMP-Basis, gekoppelt mit Value Engineering (VE) als weiterem Anreizsystem zur Effizienzsteigerung.

Diese neuen Wettbewerbs- und Projektabwicklungsmodelle (Abb. 6.20) erfordern neue Leistungsangebote aus der Bauwirtschaft, nämlich die möglichst objektive, umfassende Bauherrenberatung (Anforderungsmanagement), wie sie bereits beim Construction Management vorgestellt wurde.

Es kann also nicht darum gehen, die Bauherrenkompetenz zu steigern, damit der Bauherr weiss, was die Bauwirtschaft kann oder will, sondern die Unternehmen der Bauwirtschaft müssen mit unabhängigen, kompetenten Beratern den Bauherrn über seine Optionen informieren, bevor mit der Planung begonnen wird. Daher sollten die Projektorganisationsphasen – wie beim Construction Management – wie folgt untergliedert werden:

- Konzeptphase mit Zielen, Wünschen und dem Handlungsspielraum erster Realisierungsüberlegungen
- Vorentwurf mit Grobkostenschätzung
- Präqualifikation möglicher Leistungsanbieter
- Erstellung des Wettbewerbskonzepts in Bezug auf Ausführung und Betrieb
- Preis-Leistungswettbewerb mit GMP für den Bau und das Betriebs-Contracting
- Bewertung der Systemleistungsangebote nach den Kriterien des Wettbewerbskonzepts sowie Wahl des Systemleistungsanbieters
- Planungs- und Bauphase mit Abrechnung nach „gläsernen Taschen“ (GMP und VE)
- Nutzungsphase mit technischem und / oder kaufmännischem Betrieb und / oder Unterhalt nach dem GMP-Konzept bzw. Preiskatalog mit Prämienkonzept für Einsparungen und Verbesserungen

Der Wettbewerb des Contracting sollte möglichst aus mehreren Elementen bestehen, die eine hohe Rendite und Werterhaltung sicherstellen. Dies sichert eine geringe Fluktuation und eine hohe Vermietungsquote. Werden nur einige Contracting-Elemente (z.B. Energie) unter Wettbewerb gestellt, kann es möglicherweise zu einer einseitigen Optimierung kommen. Das kann zur Folge haben, dass ein Gebäude mit extrem niedrigem Energieverbrauch entsteht, die Bewohner sich aber wegen der hermetischen Abschottung nicht mehr wohl fühlen.

Ferner ist darauf hinzuweisen, dass es sich beim kaufmännischen Gebäudemanagement um ein Auftragsverhältnis handelt, das von den Werkverträgen abgekoppelt sein muss.

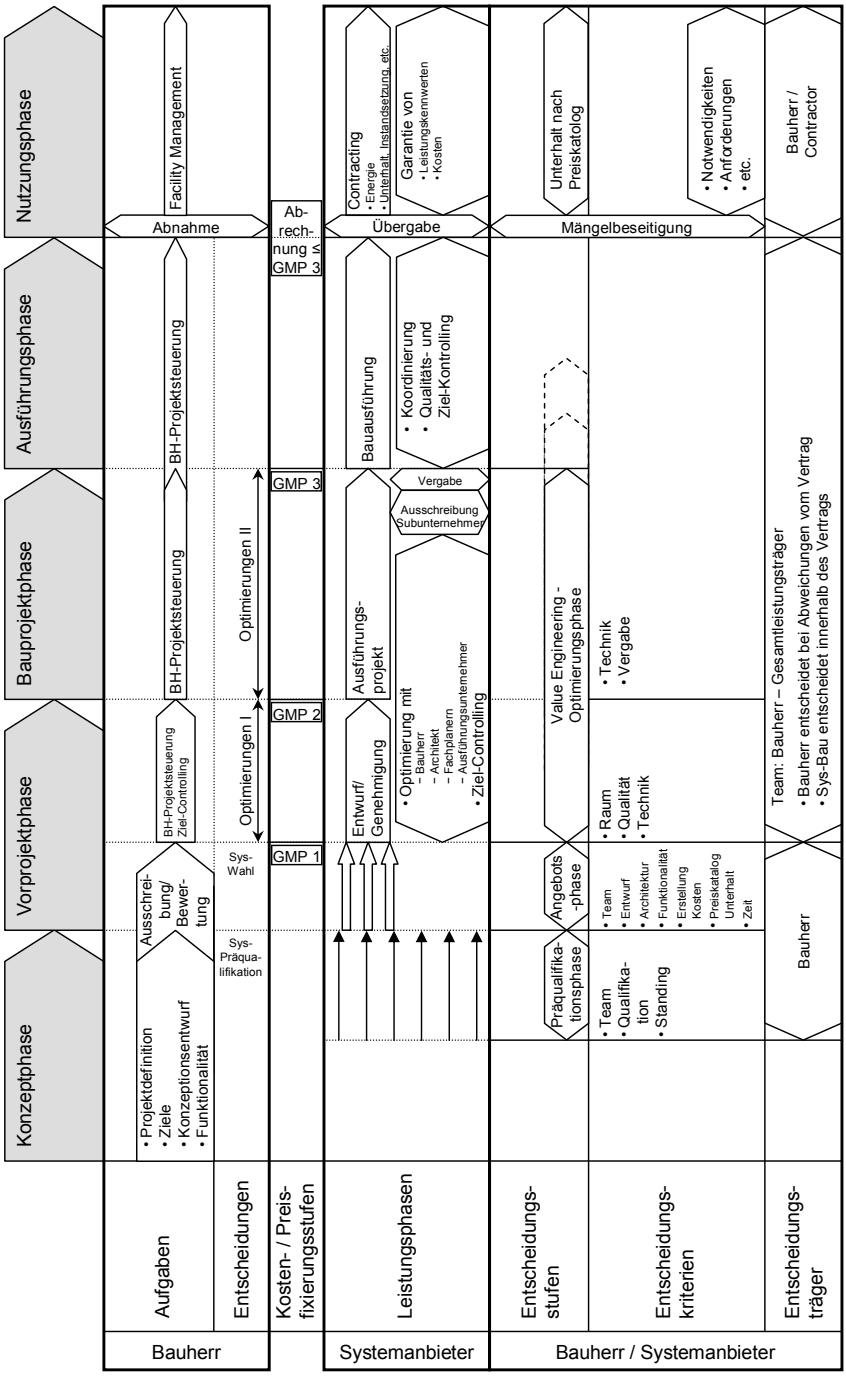


Abb. 6.20: Systemanbieterprojektabwicklungsform mit Optimierungsphasen

6.4.2 Contracting – Unterhalt und/oder Betrieb von baulichen Anlagen

6.4.2.1 Anwendungsgebiete

Der Unterhalt und Betrieb von baulichen Anlagen kann generell nach den in Abb. 6.21 dargestellten Varianten erfolgen. Im Folgenden soll speziell auf das Contracting zum Unterhalt und Betrieb von baulichen Anlagen eingegangen werden.

Der Begriff Contracting zum Unterhalt und / oder Betrieb baulicher Anlagen wird heute vermehrt in der Nutzungsphase angewendet. Erste Erfahrungen wurden u.a. bei folgenden Aufgaben gesammelt:

- Contracting der Energiezentrale und / oder Energieverteilung für Siedlungen, Überbauungen und einzelne Gebäude wie Schulen, Krankenhäuser, Altersheime etc.
- Contracting des Unterhalts von baulichen Anlagen mittels Zustandspass
- Contracting von Parkgaragen mit Betrieb und Unterhalt
- Contracting von Abwassernetzen zu Unterhalt und Instandsetzung
- Contracting von kommunalen Strassennetzen zu Unterhalt und Instandsetzung

Im Folgenden sollen zwei Contracting-Abwicklungsformen beschrieben werden.

6.4.2.2 Contracting: Wärmeerzeugungsanlage und -verteilung in einer Überbauung

Energie-Contracting erfüllt wie der klassische Anlagenbau eine Versorgungsaufgabe, hat jedoch ein erweitertes Leistungsspektrum, das folgende Leistungen umfassen kann:

- (Ausführungs-)planung einer energietechnischen Anlage
- Finanzierung
- Betriebsorganisation
- Energieeinkauf
- Versicherung
- Abrechnung der Energielieferung
- Wartung und Instandhaltung

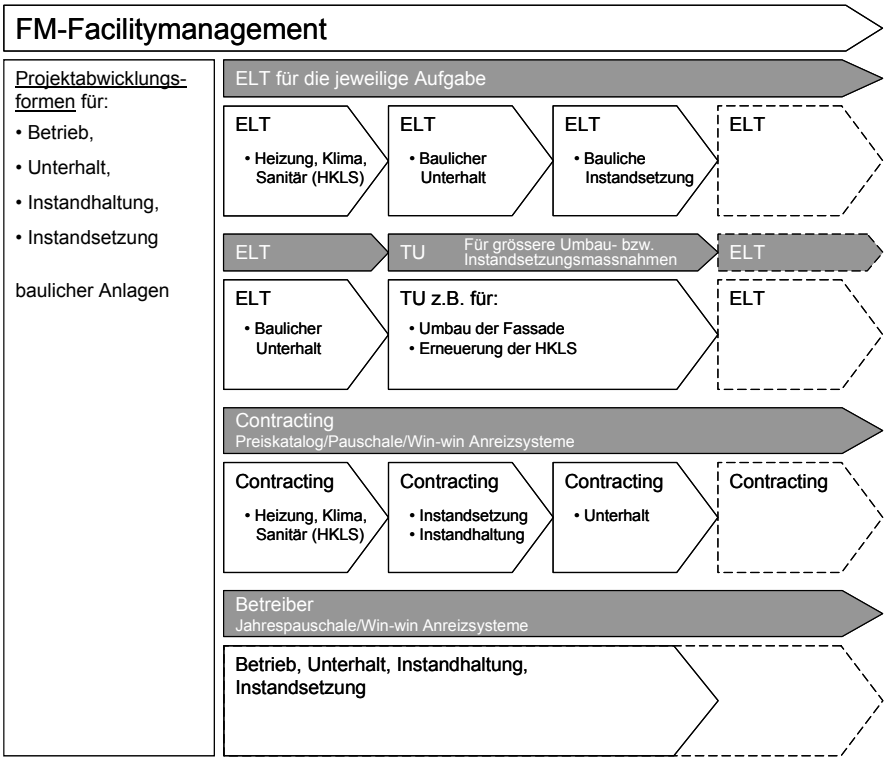


Abb. 6.21: Konzept zur Abwicklung von Unterhalt, Instandhaltung und Instandsetzung baulicher Anlagen

Nur wenige Anbieter von Contracting-Leistungen führen alle dieser Leistungen im eigenen Haus aus. In der Regel wird zumindest ein Teil der Leistungen zugekauft. Entsprechend den Schwerpunkten im Leistungsspektrum des Energie-Contractings (siehe oben) werden Contracting-Leistungen insbesondere von Facility-Management-Unternehmen, Elektrizitäts- und Stadtwerken sowie grösseren Heizungsbau-Unternehmen angeboten, die ihr Angebot erweitert und das Geschäftsfeld Energie-Contracting oft in eine Tochtergesellschaft ausgegliedert haben. Nachfolgend werden die Anbieter von Contracting-Leistungen als Contractor bezeichnet.

Folgende vier Varianten des Energie-Contracting [151] werden unterschieden und sollen nachfolgend definiert werden:

- Energieliefer-Contracting (Anlagen-Contracting)
- Einspar-Contracting (Performance-Contracting)

- Finanzierungs-Contracting (Anlagenbau-Leasing)
- Technisches Anlagenmanagement (Betriebsführungs-Contracting)

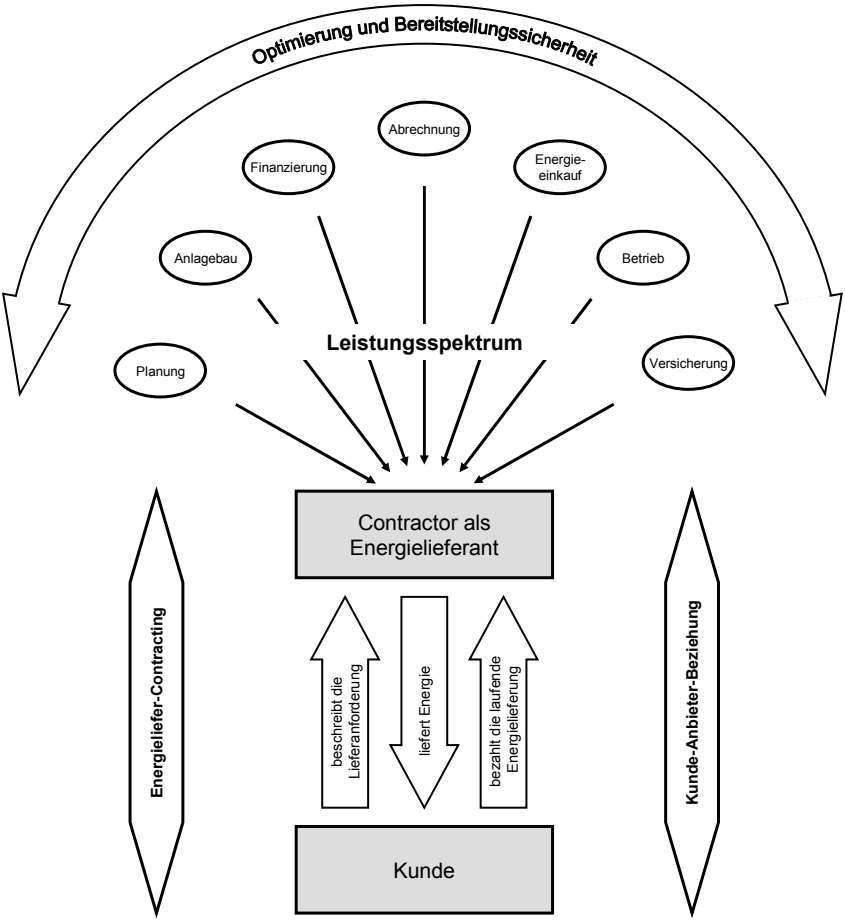


Abb. 6.22: Anbieter-Kunden-Beziehung sowie Leistungsspektrum des Energieliefer-Contractings

Das *Energieliefer-Contracting* (Abb. 6.22) ist mit ca. 90 % die am häufigsten anzutreffende Variante des Energie-Contractings. Es eignet sich für die Versorgung sämtlicher Objekte im Neu- und Bestandsbau. Hierbei wird der Contractor in der Regel mit der Errichtung und dem anschliessenden Betrieb einer in seinem Besitz verbleibenden energietechnischen Anlage

(Wärme-, Kälte- und Dampferzeugungsanlagen, Blockheizkraftwerke, Lichtanlagen, Druckluftanlagen usw.) beauftragt und erhält dafür eine zuvor festgelegte Vergütung für die laufenden Energielieferungen (Grundpreiskomponente für die Bereitstellung und Arbeitspreiskomponente für die Lieferung). Der Kunde erwartet vom Contractor, dass dieser aufgrund seines Kompetenzvorsprungs die benötigte energietechnische Anlage optimieren kann. Diese konzeptionelle Optimierung in Verbindung mit anderen Einflüssen wie Einkaufsvorteilen bei Primärenergien, aber auch bei Planungs-, Bau- sowie Serviceleistungen soll es dem Contractor ermöglichen, ein für den Kunden preislich interessantes Angebot zu erstellen, bei gleichzeitiger Zuverlässigkeit der Bereitstellung. Die Vertragsdauer beträgt 10 bis 30 Jahre. In einem Contracting-Vertrag ist – neben dem Leistungsumfang und der Vergütung – auch zu regeln, in wessen Eigentum die Anlage anschliessend verbleibt bzw. übergeht. Abschliessend sei nochmals darauf hingewiesen, dass Energielieferung keine Finanzierungsform, sondern eine Dienstleistung in Verbindung mit der Lieferung einer Ware ist. Die Waren Wärme, Strom, Kälte etc. sind messbar.

Das Einspar-Contracting findet nur im Bestandsbau Anwendung, da sein Ziel die Verringerung von Primärenergieverbrauch und Betriebskosten ist. Vergleichsmassstab sind die bisherigen Verbrauchsmengen und Kostenstrukturen des Objekts. Der Contractor übernimmt den Betrieb bestehender Anlagen, die von ihm ergänzt und / oder modernisiert werden, und gewährleistet dem Kunden in Form eines Garantieversprechens Energie- und Kosteneinsparungen. Aus diesen Einsparungen erfolgt die Refinanzierung der vom Contractor getätigten Investition mittelfristig (3 bis 10 Jahre). Je nach Objekt profitiert der Kunde von Vertragsbeginn an oder erst nach erfolgter Amortisation ebenfalls von den Einsparungen.

Beim seltenen *Finanzierungs-Contracting* betreibt der Kunde die energietechnische Anlage und kauft auch die Primärenergien selbst ein. Er trägt das technische und wirtschaftliche Risiko bezüglich der in seiner Verantwortung befindlichen Anlage. Der Contractor finanziert den Bau der Anlage und refinanziert sich aus vertraglichen Entgelten für die Anlagenbereitstellung. Der Vertrag kann beispielsweise als Leasing-Vertrag gestaltet sein.

Das *Technische Anlagenmanagement* umfasst den professionellen Betrieb einer Anlage, nicht jedoch die Lieferung von Energien. Wie beim Einspar-Contracting verbessert der Contractor die Abläufe in der Energieerzeugung, -umwandlung und -verwendung, allerdings ohne ein Garantieversprechen abzugeben. Für seine Aufwendungen erhält der Contractor eine Betreiberpauschale. Die Vertragslaufzeiten sind eher kurz.

Für die Vergabe von Contracting-Aufträgen durch öffentliche Auftraggeber existieren sowohl auf europäischer Ebene als auch auf nationaler

Ebene vergaberechtliche Grundsätze. Das *Vergaberecht im engeren Sinn* gliedert sich meist in die Ebene der EU-Richtlinien, die Gesetzesebene und die Verordnungsebene, wie z.B. in Deutschland:

- EU-Richtlinien:
  - Richtlinien über die Koordinierung der Verfahren zur Vergabe öffentlicher Lieferaufträge (LKR), Bauaufträge (BKR) und Dienstleistungsaufträge (DKR)
  - Richtlinie zur Koordination der Auftragsvergabe durch Auftraggeber im Bereich der Wasser-, Energie- und Verkehrsversorgung sowie im Telekommunikationssektor (Sektorenrichtlinie (SKR))
- Gesetzesebene (deutsches nationales Recht):
  - Bundeshaushaltsordnung (BHO)
  - Landeshaushaltsordnungen
  - Teil IV des Gesetzes gegen Wettbewerbsbeschränkungen (GWB)
- Verordnungsebene:
  - Vergabeverordnung (VgV)
  - Verdingungsverordnungen VOB/A, VOL/A und VOF/A

Die Entscheidungen von Gerichten und Vergabekammern der letzten Jahre haben inzwischen klargestellt, dass Energielieferungen (betrifft das Energieliefer-Contracting) grundsätzlich nach der VOL/A und nicht nach der VOB/A auszuschreiben sind.

Um die Investition des Energielieferanten in die energietechnische Anlage abzusichern, kommt eine Eintragung ins Grundbuch in Betracht. Sie sichert sein Eigentumsrecht an der Anlage auch im Fall eines Gebäudeverkaufs oder einer Zwangsversteigerung. Generell gilt, dass eine Anlage nur dann dem Energielieferanten und nicht dem Gebäudebesitzer gehören kann, wenn er die Anlage selbst einbaut, wenn die Lebensdauer der Anlage höher als die Vertragslaufzeit ist und wenn der Vertrag keine Klausel enthält, die dem Contractor die Entscheidungsfreiheit nimmt, was er am Ende der Vertragslaufzeit mit seiner Anlage zu tun hat.

In einem Contracting-Vertrag sind mindestens die folgenden Punkte zu regeln:

- Versorgungs- und Abnahmepflicht
- Art und Umfang der bereitzustellenden Leistungen

- Vertragsbeginn und -dauer, Kündigungsfristen
- Höhe der Vergütung und Teuerungsformel
- Besitzverhältnisse
- Nutzung von Räumlichkeiten und Zutrittsrecht
- Versicherungen
- Messung der erbrachten Leistungen und Abrechnungsmodalitäten
- Fernüberwachung, Service- und Störfallreaktionszeiten
- Instandhaltung
- Haftung
- Kündigung
- Bewertungsgrundlagen zum Vertragsende
- Einstellung der Versorgung
- Dienstbarkeiten
- Billigkeitsklausel und Schlussbestimmungen

Nachfolgend soll die Abwicklungsform eines *Energieliefer-Contracting-Projekts am Beispiel* beschrieben werden (Abb. 6.23). Eingegangen wird dabei insbesondere auf die Motive des Kunden, sich für eine Contracting-Lösung und nicht für die traditionelle Lösung (Vergabe eines Bauauftrags und eigener Betrieb) zu entscheiden:

Ausgangssituation und Konzeptphase

In einer grösseren Schweizer Stadt war eine 19 Jahre alte Heizungsanlage, die sowohl eine kantonale als auch eine städtische Schule mit Wärme versorgte, aufgrund ihres hohen Alters und einer erforderlichen Anpassung an die neue Luftreinhalteverordnung zu ersetzen. Die Baukosten sollten von Kanton und Stadt anteilig getragen werden und waren bereits budgetiert. Die Vertretung der Bauherreninteressen übernahm der Kantonsbaumeister, der dabei von einem Energiefachmann im eigenen Hause unterstützt wurde.

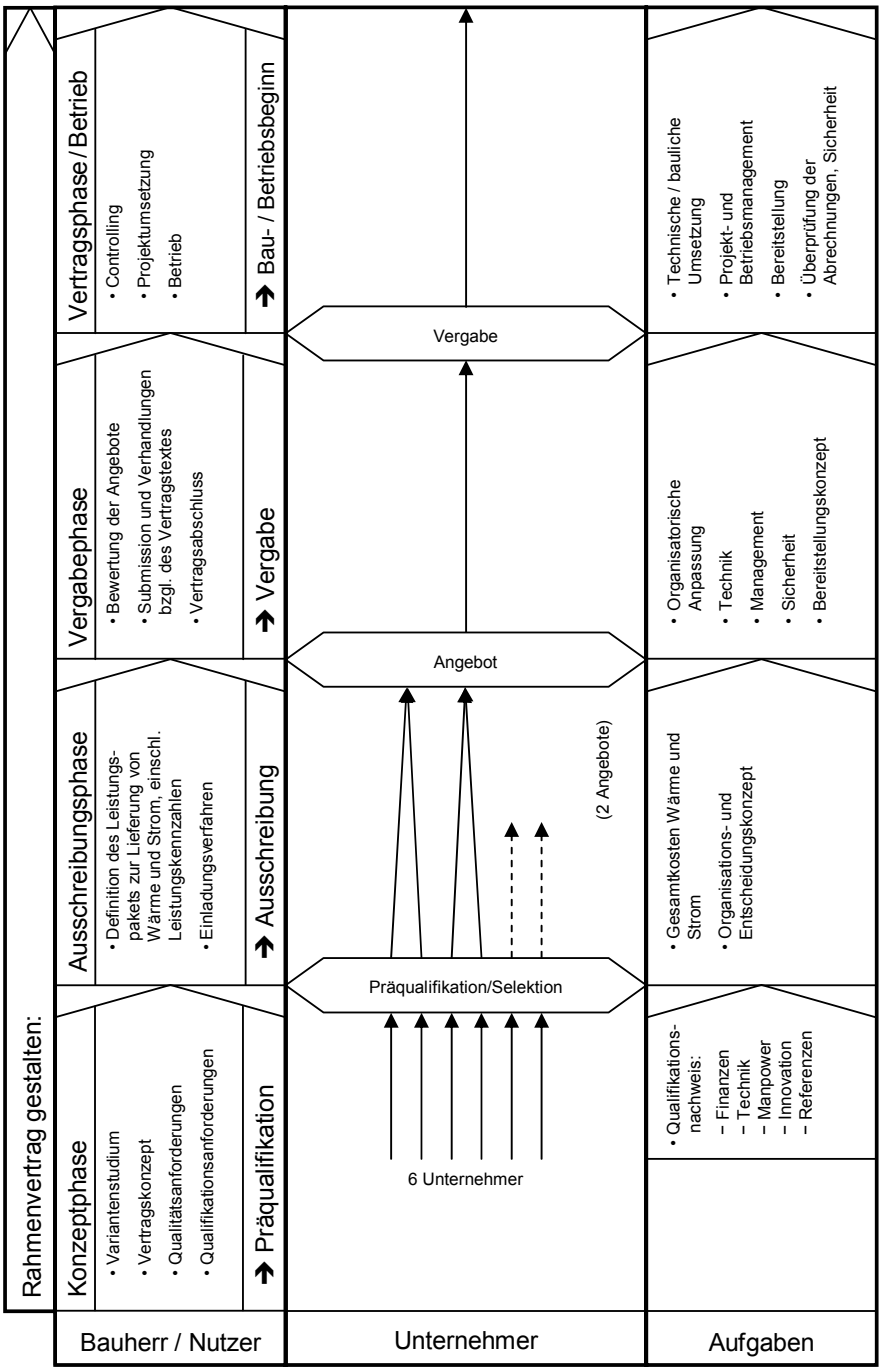


Abb. 6.23: Energieliefer-Contracting – Phasen des Beispielprojekts

Ein Planungsbüro für Haustechnik wurde beauftragt, verschiedene technische Konzepte, u.a. für den Einsatz verschiedener Brennstoffe, auszuarbeiten und zu vergleichen. Auf Wunsch der Stadt wurde hierbei auch eine Variante mit einem Blockheizkraftwerk, das zusätzlich zum Wärme- auch den Strombedarf der beiden Schulen decken konnte, einbezogen. Schliesslich erwies sich diese Variante sowohl als technisch und ökologisch einwandfrei wie auch am wirtschaftlichsten. Das Projekt wurde erweitert und bestand nun aus einer Heizungsanlage und einem Blockheizkraftwerk.

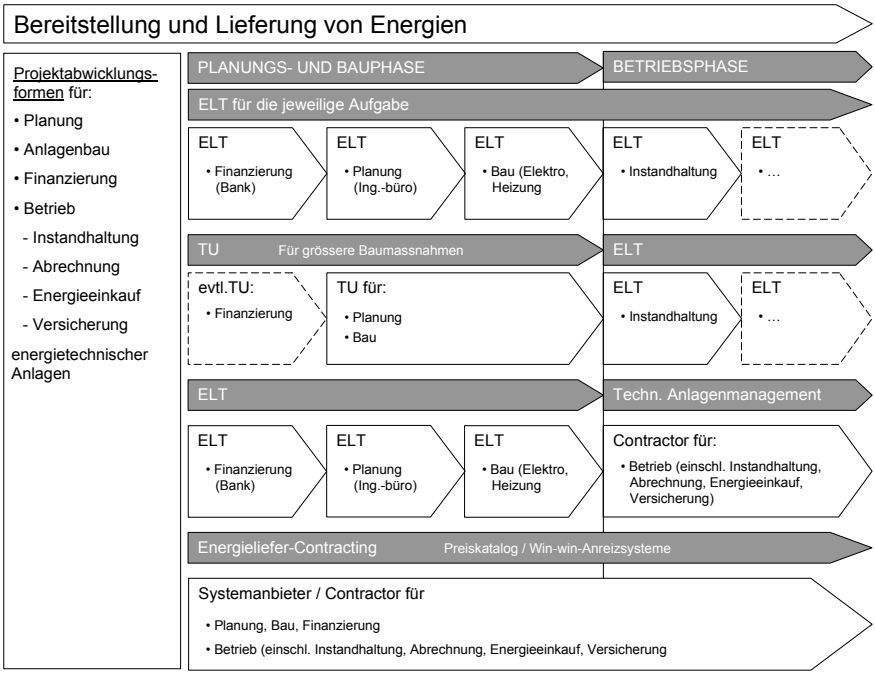


Abb. 6.24: Konzepte zur Bereitstellung und Lieferung von Energien

Im Budget des Kantons war jedoch nur dessen Anteil an einer Heizungsanlage, nicht jedoch dessen Anteil an einem Blockheizkraftwerk berücksichtigt. Ein Nachtragsbudget, das für Finanzierung des Blockheizkraftwerks erforderlich war, hätte einer Volksabstimmung bedurft und den Baubeginn verzögert. Es wurden die verschiedenen Varianten zur Bereitstellung und Lieferung von Energie (Abb. 6.24) und deren Vorteilhaftigkeit geprüft. In dieser Situation wies ein an der Durchführung des Projekts interessierter Contractor auf die Möglichkeit des Energieliefer-Contractings hin.

Für den Kunden stellten sich folgende Vorteile dar:

- Die Höhe der Kapitalbindung kann vom Kunden in der Ausschreibung vorgegeben werden. Im Beispielprojekt sollte vom Kunden genau der ursprünglich nur für die Heizungsanlage budgetierte Betrag investiert werden. Die Investition des Contractors sollte über die zu offerierenden Energielieferpreise refinanziert werden.
- Für den Betrieb von Heizungsanlage und Blockheizkraftwerk muss kein eigenes Personal und Know-how vorgehalten werden.
- Das wirtschaftliche und technische Betriebsrisiko übernimmt der Contractor. In der Ausschreibung können Fristen für die Ersatzlieferung von Energien bei evtl. Störfällen vereinbart werden.

Ausschreibungsphase

Aufgrund dieser Vorteile gegenüber der traditionellen Lösung entschieden sich Kanton und Stadt für das Energie-Contracting. Das in einem Einladungsverfahren ausgeschriebene Leistungspaket umfasste die Lieferung von Wärme, Strom und – in geringerem Umfang – von Warmwasser für die kantonale und die städtische Schule. Bestandteile der Ausschreibungsunterlagen waren

- die Verbrauchsangaben von Wärme und Strom in einem typischen Jahr (Mengen, zeitliche Verteilung),
- der gewünschte Primärenergiemix (hier: 80 % Gas, 20 % Öl),
- die bereits erstellten Pläne und Devis (mit Fabrikatsvorgaben) der Heizungsanlage,
- die vom Energiefachmann des kantonalen Hochbauamts ermittelten Leistungskennzahlen zur Beschreibung der Grösse des Blockheizkraftwerks,
- die Standardanforderungen für die Wärme- und Stromversorgung (z.B. Störfallreaktionszeiten, Fristen für Ersatzlieferungen),
- die angestrebten Eigentumsverhältnisse (Heizungsanlage: Kanton / Stadt, Blockheizkraftwerk: Contractor),
- ein Begleitschreiben, das zur Abgabe eines Energieliefer-Contracting-Angebots aufforderte.

⇒ Erfolgsfaktoren für den Contractor in der Ausschreibungsphase:

- Marktübersicht und Kenntnis der geplanten Neubau- und Sanierungsprojekte sowie des beteiligten Bauherrn, um den Entscheidungsträgern Contracting-Leistungen vorstellen zu können
- Kenntnis der Kundenwünsche im Detail, einschliesslich des Budgets für das Projekt und den Stellenwert der Ökologie
- Frühzeitiger Aufbau des Kundenkontakts:
  - bevor der Kunde die Finanzierung des Projektes geregelt hat
  - bevor der Kunde einen Planungsauftrag vergeben hat
- Nachweis der eigenen Leistungsfähigkeit durch Referenzen (Personen, Projekte) zwecks Präqualifikation für spätere Angebotsabgabe

Angebots- und Vergabephase

Von den sechs zur Abgabe einer Offerte aufgeforderten Contracting-Unternehmen gaben zwei Unternehmen keine Offerte ab. Die anderen vier Unternehmen bildeten jeweils zu zweit zwei Bietergemeinschaften. In beiden Bietergemeinschaften war ein regionales Heizungsbau-Unternehmen beteiligt. Die die Bietergemeinschaft anführenden Partner unterschieden sich grundlegend und waren ein regionales Elektrizitätswerk sowie ein in der gesamten Schweiz tätiger Totalunternehmer für Contracting-Leistungen.

Die erste Aufgabe der Bietergemeinschaften bestand darin, unter Beachtung der Vorgaben der Ausschreibung eine optimierte Detailplanung vorzunehmen. Die Bietergemeinschaft, die später den Zuschlag erhielt, plante eine zusätzliche Wärmepumpe, um die Abwärme des Blockheizkraftwerks besser nutzen zu können. Die Angebote der Bietergemeinschaften wurden untereinander und mit der konventionellen Lösung (Bau und Betrieb der Heizungsanlage in Eigenregie und Strombezug von den örtlichen Stadtwerken) verglichen. Hauptentscheidungskriterium waren die Gesamtkosten der Lieferung von Wärme und Strom. Berücksichtigt wurde ausserdem, dass der Spitzenstrom bei den örtlichen Stadtwerken wesentlich teurer als der Normalstrom ist.

Die Lieferpreise für Wärme und Strom setzen sich aus einer Grundpreiskomponente für die Bereitstellung und einer Arbeitspreiskomponente für die Lieferung zusammen. Die Kündigungsfrist des Vertrags beträgt zwei Jahre, wobei an den Contractor eine Entschädigung zu zahlen ist, falls der Kunde den Vertrag in den ersten 15 Jahren kündigt.

Die Entschädigung, deren Höhe mit zunehmender Laufzeit des Vertrages abnimmt, berücksichtigt, dass sich die Investition des Contractors erst nach 15 Jahren amortisiert. Die Heizungsanlage gehört Kanton und Stadt, das Blockheizkraftwerk gehört dem Contractor. Die Energielieferpreise werden jährlich angepasst, wobei die Veränderung des Wärmepreises von der Veränderung des Gaspreises des örtlichen Gaswerks und die Veränderung des Strompreises vom Landesindex für Konsumentenpreise des Bundesamts für Statistik abhängen. Um im Fall einer Insolvenz des Contractors nicht die Unterbrechung der Energielieferung zu riskieren, sollte der Kunde auf einer entsprechenden Vertragserfüllungsgarantie bestehen, die im Beispielprojekt von einer Bank gegeben wurde.

⇒ Erfolgsfaktoren für den Contractor in der Angebots- und Vergabephase:

- Know-how für technische und wirtschaftliche Optimierung von energietechnischen Anlagen / gute Kenntnis der verfügbaren Produkte und Fabrikate
- Fähigkeit des Projektmanagers und seines Teams, auf die individuellen Kundenwünsche einzugehen und diese im Angebot zu berücksichtigen
- Zuverlässige Partner für Planung, Ausführung, Finanzierung und Versicherung bei günstigen Konditionen und Vergaben
- Günstige Einkaufskonditionen für Primärenergien (Öl, Gas), eventuell durch Arbeitsgemeinschaft oder Joint Venture mit einem Primärenergielieferanten
- Standardisierung der verwendeten Fabrikate
- Vorfabrikation bestimmter Bauteile (z.B. Kessel, Steuerung)

In einem ähnlichen Projekt, einem grossen Bürokomplex, wurden die verschiedenen Angebots- und Optimierungsvarianten der vom Planer ausgeschriebenen Variante gegenüber gestellt. Dabei konnte der günstigste Preis für die Ausschreibungsvariante durch zwei Unternehmer-Contractingvarianten unterboten werden (Abb. 6.25). Die Rentabilität des Gebäudes wurde für den Bauherrn und die Nutzer verbessert. Die Vorteile der Contracting-Wettbewerbsmethode zeigten sich deutlich.

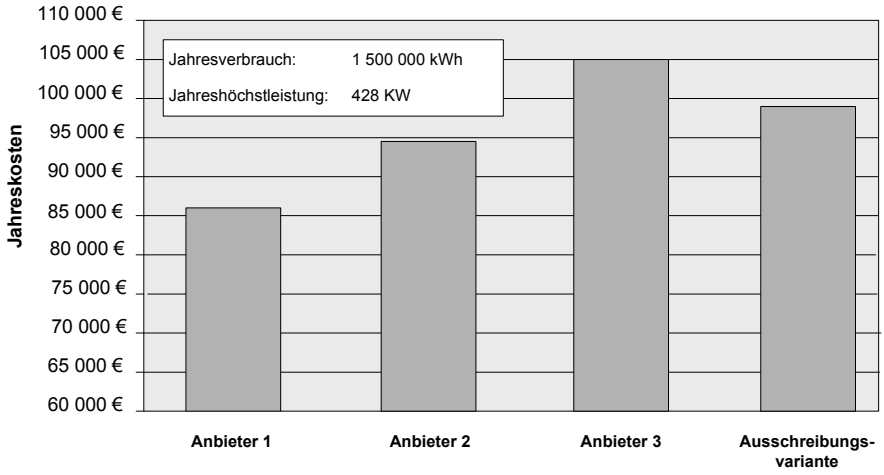


Abb. 6.25: Optimierung der Energiekosten im Wettbewerb durch innovative technische und wirtschaftliche Konzepte [152]

Betriebsphase

Die Überwachung der Anlagen durch den Contractor erfolgt weitgehend per Fernüberwachung. Ausserdem wurde ein lokaler Hauswart mit einigen Aufgaben betraut. Zu den vom Contractor übernommenen Leistungen gehört natürlich auch die Erfüllung aller gesetzlichen und Sicherheitsanforderungen an die energietechnischen Anlagen (z.B. Abgasmessungen). Die mit dem Contractor vereinbarte Frist von 48 Stunden für die Beseitigung von Störungen bzw. Lieferung der Energien über Dritte (z.B. örtliche Stadtwerke) wurde eingehalten, als ein Schwelbrand in einem Kabelkanal einen lokalen Brand, der zur Abschaltung des Blockheizkraftwerks führte, auslöste. Für den Kunden ist in diesem Fall lediglich die Meldung des Störfalls an den Contractor erforderlich.

⇒ Erfolgsfaktoren für den Contractor in der Betriebsphase:

- Kostensparende Fernüberwachung der energietechnischen Anlagen
- Grosse Anzahl zu überwachender Anlagen
- Beauftragung eines lokalen Hauswarts mit den vor Ort auszuführenden Überwachungsarbeiten oder Nähe zu einem eigenen Standort
- Günstige Konditionen für Servicearbeiten bei den Produktherstellern bzw. deren Vertragsunternehmen

6.5 PPP-Projektabwicklungsmodelle

6.5.1 Strukturierung der PPP-Projektabwicklungsmodelle

Gemeinden und Städte in den entwickelten Ländern wie z.B. Deutschland und der Schweiz sehen sich heute einer zweifachen Herausforderung gegenüber.

Einerseits stehen sie weitgehend im Spannungsfeld angespannter Haushaltsbudgets, die es nur beschränkt zulassen, die erforderlichen öffentlichen Serviceleistungen in hoher Qualität zu erledigen.

Andererseits stehen sie in den globalisierten Grosswirtschaftsregionen unter erheblichem Wettbewerb um Standortvorteile für die Industrie. Die Kommunen müssen heute um ihren Standortvorteil kämpfen und durch eine hohe Qualität der Infrastruktur hinsichtlich Ver- und Entsorgung sowie Kommunikation bei einer günstigen Leistungs- und Kostenstruktur überzeugen [153].

Daher fordert die Politik verstärkt die Effizienzsteigerung der öffentlichen Dienste. In vielen Ländern entwickeln Wissenschaft und Praxis neue partnerschaftliche Zusammenarbeitsformen zwischen öffentlicher Hand und Privatwirtschaft, um die Erfolgspotenziale der öffentlichen Träger von Infrastrukturen hinsichtlich gemeinwohlorientierter Ziele und der Privatwirtschaft hinsichtlich marktwirtschaftlicher Leistungserstellung zu vereinen.

Auch die öffentliche Hand versucht verstärkt, unternehmerische Effizienz in ihre Aufgaben zu integrieren und externes Know-how durch Insourcing zu nutzen. Hintergründe sind:

- Etablierung schlankerer Verwaltungen
- Senkung fixer Personalkosten
- Lösung des Problems der Auslastung von Spezialisten durch Outsourcing
- Herauslösung aus den restriktiven Vergabe- und Projektabwicklungsformen der öffentlichen Hand
- Nutzung von Effizienz- und Know-how-Vorteilen privater Unternehmer
- „time to market“ – schnellere Projektabwicklung durch privatwirtschaftliche Organisation

Aus diesen Handlungsmotiven hat die „öffentliche Hand“ die Public Private Partnership (PPP) als Modell entdeckt, in dem speziell Städte und Gemeinden finanzielle Vorteile zur Erhöhung ihrer Budgetflexibilität gewinnen können. PPP-Modelle werden bei Städten u.a. für folgende Aufgaben genutzt:

- Stadtentwicklung: zur schnellen und finanziell interessanten Entwicklung und Vermarktung von nicht bebauten oder zur Umnutzung zur Verfügung stehenden Gebäuden und Industriearealen. Die Ziele sind
  - Wertsteigerung des Grundstücks etc. zur Erzielung hoher Verkaufserlöse,
  - schnelle Ansiedlung neuer zukunftsorientierter Unternehmen, um Arbeitsplätze zu schaffen und die Steuereinnahmen zu erhöhen,
  - städtebauliche Revitalisierung von schlecht genutzten Arealen (Industriebrachen etc.) in attraktiver Lage.
- Planung, Finanzierung, Bau und Betrieb von Projekten innerhalb eines spezifischen öffentlichen Aufgabensektors (Schulen, Krankenhäuser, Sportanlagen etc.)
- Baulicher Unterhalt oder Betrieb eines spezifischen öffentlichen Aufgabenbereichs der Verkehrs-, Ver- und Entsorgungsnetze. Hintergründe sind die Fokussierung auf die Kernkompetenz des Betriebs und die effizientere und kostengünstigere Gestaltung schlecht ausgelasteter Unterhalts- und Instandsetzungsabteilungen.
- Betrieb von städtischen Service-, Verkehrs-, Ver- und Entsorgungsbetrieben, um Kosten zu senken und Einnahmen zu erhöhen.

PPP eignen sich jedoch auch für öffentliche Aufgabenbereiche der Kreise, Bundesländer / Kantone sowie des Bundes. Hierzu zählen:

- Gefängnisse
- Krankenhäuser
- Strassennetze
- Tunnel
- Versorgung- / Entsorgungseinrichtungen
- Kraftwerke
- Verwaltungsgebäude

Die Public Private Partnership (PPP) eignet sich für:

- Beschaffungs- und Betriebsprojekte mit Planung, Finanzierung, Bau und Betrieb in einem spezifischen öffentlichen Aufgabenbereich (z.B. Tunnel / Autobahnabschnitte)
- Aufgabenerfüllung in einem ganzen spezifischen öffentlichen Aufgabenbereich im Betrieb (z.B. kommunaler Stassenunterhalt)

Die reine Privatisierung oder Vergabe von Konzessionen ohne öffentliche Beteiligung kommt oft aus politischen Gründen bzw. wegen der Verantwortung für die Sicherstellung von Verkehrs-, Ver- und Entsorgungsaufgaben nicht in Frage. Daher möchte die öffentliche Hand als wichtiger Akteur eines solchen PPP-Modells beteiligt sein, um bei der strategischen Zielsetzung zu entscheiden bzw. mit zu entscheiden. Die operative Umsetzung erfolgt dann durch die PPP-Projektgesellschaft. Daher bevorzugt die öffentliche Hand eine Aufgabenteilung (Abb. 6.26) im Rahmen von PPP-Modellen.

Zur Identifikation von potenziellen öffentlichen Aufgaben und Lebenszyklus-Beschaffungen, die im Rahmen von Public Private Partnership (PPP) realisiert werden können, ist es sinnvoll, die öffentlichen Aufgaben in Hoheits-, Finanzierungs- und Leistungsfunktionen zu unterteilen (Abb. 6.27).

Die Hoheitsfunktionen müssen von staatlichen Stellen autonom erfüllt werden. Dagegen bieten sich bei den Finanzierungs- und Leistungsfunktionen vielfältige Möglichkeiten der Partnerschaft mit privaten Leistungsorganisationen.

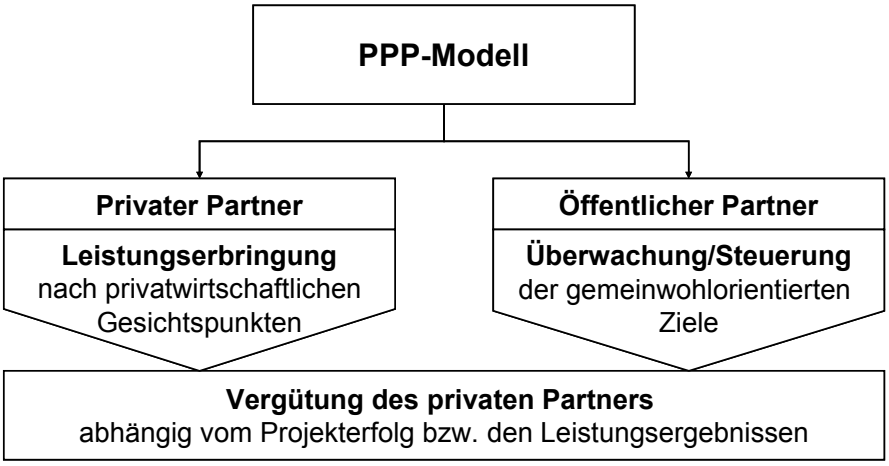


Abb. 6.26: PPP-Modelle – Aufgabenschwerpunkte

Abb. 6.27: Funktionen der öffentlichen Hand und Funktionen mit potenzieller privater Beteiligung

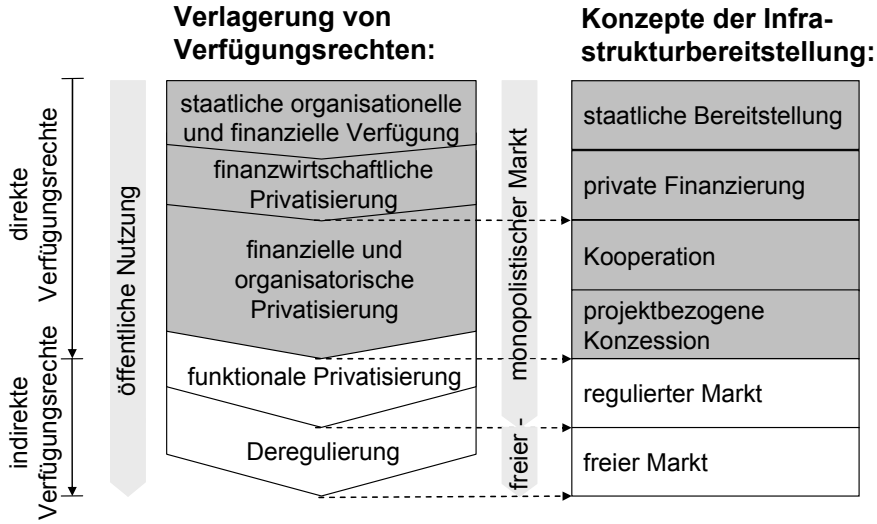


Abb. 6.28: Alternativraum für die Infrastrukturherstellung [154]

Generell eröffnet sich den Kommunen, Kreisen, Ländern und für den Bund ein breites Spektrum möglicher Abwicklungsformen für die lebenszyklusorientierte Infrastrukturbereitstellung sowie Aufgabenerfüllung.

Der Alternativraum der Infrastrukturbereitstellung lässt sich in Anlehnung an Hintze [154] in die in Abb. 6.28 dargestellten Konzepte der Infrastrukturbereitstellung mit den entsprechenden Verfügungsrechten unterteilen.

Die öffentlichen Aufgabenträger sollten zur Sicherung ihrer Standortvorteile die effizienteste Abwicklungsform wählen.

In Grossbritannien sind im Rahmen der Private Finance Initiative (PFI) seit den 1990er Jahren bereits erhebliche Kosteneinsparungen für die lebenszyklusorientierte Infrastrukturbereitstellung und Aufgabenerfüllung erzielt worden (bis zu 17 %, [155]), indem die Infrastrukturbereitstellung und Aufgabenerfüllung in einer Partnerschaft aus öffentlicher Hand und Privatwirtschaft erfolgt. Dort werden im Rahmen der aktuellen Public-Private-Partnership-Initiative weitere Kooperationen forciert [156].

Hauptziel einer solchen Partnerschaft ist in der Regel die Bereitstellung privaten Kapitals und / oder Nutzung von komplementärem Know-how für die Realisierung öffentlicher Infrastrukturvorhaben sowie Aufgabenerfüllung. Die Partnerschaft umfasst somit in der Regel die Beschaffung und den Betrieb der Infrastruktureinrichtung [157] in einem spezifischen öffentlichen Aufgabenbereich bzw. die gesamte Aufgabenerfüllung in einem öffentlichen Bereich in der Betriebsphase.

Zur denklogischen Gestaltung von PPP-Prozessmodellen ist in einem ersten Schritt die partnerschaftliche Kooperation zu definieren. In Anlehnung an die umfassende und präzise Definition der HM Treasury [155] wird für die Einführung in die Thematik PPP der Begriff der „Public Private Partnership“ wie folgt definiert:

„Public Private Partnership bezeichnet eine vertraglich formalisierte, langfristige, partnerschaftliche Kooperation zwischen öffentlicher Hand und Privatwirtschaft, deren partnerschaftlicher Aspekt dadurch konstituiert ist, dass die komplementären, operationalen Ziele beider Partner nur durch einen Zusammenschluss erreicht werden können. Das PPP-Oberziel der Effizienzsteigerung wird durch die Allokation der Ressourcen der Partner, das Teilen von Risiken zwischen den Partnern sowie die Lebenszyklus- und Prozessorientierung bei der Leistungserstellung für öffentliche Aufgaben erreicht. Die öffentliche Hand hat innerhalb der Partnerschaft die Hoheitsfunktion inne. Steuerungs-, Leistungs- und Finanzierungsfunktion werden je nach Aufgabenstellung individuell zwischen den Partnern geteilt. Der Gegenstand einer PPP ist die Erfüllung bislang öffentlicher Aufgaben, die sowohl Projekte mit investivem Charakter als auch (Dienst-) Leistungen ohne investiven Charakter umfassen können.“

Ziele der Partnerschaft sind zum einen auf Seiten der öffentlichen Hand die Aktivierung privaten Kapitals und / oder Know-hows zur Effizienzsteigerung und Entlastung der öffentlichen Haushalte, und zum anderen seitens der Privatwirtschaft die Generierung von Aufträgen und somit Gewinnen durch die Implementierung neuer Geschäftsfelder zur Sicherung des langfristigen Unternehmenserfolgs.

Public Private Partnership ermöglicht es der öffentlichen Hand, die Effizienz- und Know-how-Vorteile privater Unternehmer zu nutzen, die sich aus der Dynamik der Innovation, den Finanzen und unternehmerischen Fähigkeiten des privaten Sektors ergeben. Durch PPP kann die öffentliche Hand schlankere Verwaltungen etablieren, Kostensenkungen und Rationalisierungen vornehmen sowie durch die privatwirtschaftliche Organisation eine schnellere Projektabwicklung („time to market“) durchführen. Ziel ist, eine quantitative und qualitative Effizienzsteigerung für die öffentliche Aufgabenerfüllung zu erreichen.

Zerlegt man die Definition in ihre Einzelteile, so kann Public Private Partnership inhaltlich zusammenfassend anhand der folgenden Merkmale beschrieben werden:

- Erfüllung einer öffentlichen Aufgabe (Projekte mit investivem Charakter als Beschaffungsalternative der öffentliche Hand sowie (Dienst-) Leistungen ohne investiven Charakter als reine Aufgabenerfüllung)
- Beteiligung mindestens eines privaten und eines öffentlichen Partners
- Langfristigkeit der Kooperation
- vertragliche Formalisierung der Partnerschaft
- Effizienzsteigerung (vor allem in Form von Kostensenkungen) durch:
  - Teilen von Risiken zwischen den Partnern
  - Lebenszyklusorientierung bei der Leistungserstellung
  - Prozessorientierung bei der Leistungserstellung
  - spezifische Allokation der Ressourcen der Partner in Abhängigkeit von der Art des PPP-Modells
- komplementäre, operationale Zielvorstellungen der Partner
- Teilen der Verantwortung und der Aufgaben zwischen den Partnern gemäss ihrer Erfolgspotenziale

Diese Merkmale sind für eine Public Private Partnership konstituierend, d.h. wenn sie vorliegen, kann eine Kooperation als PPP bezeichnet wer-

den. Entscheidend dabei ist, dass nicht in jedem Fall alle Merkmale gesamthaft vorliegen müssen oder dass in manchen Fällen neue Merkmale hinzukommen können.

Bezüglich des Spektrums möglicher Vertrags- und Organisationsformen einer Public Private Partnership bestehen in Literatur und Praxis im Gegensatz zu den konstituierenden Merkmalen keine einheitlichen Ansichten. Das Spektrum einer PPP reicht demnach von sehr weit gefassten Ansätzen, die alle Vertrags- und Organisationsformen zwischen der öffentlichen Eigenerstellung und der Privatisierung als PPP ansehen (u. a. [158], [159], [160]) bzw. sogar die Privatisierung einschliessen [155], [161]. Andere Ansätze schliessen bisherige Kooperationsformen zwischen öffentlicher Hand und Privatwirtschaft wie Betreibermodelle oder Outsourcing (Contracting Out) aus [162], [163]. Gemäss Merna und Owen [139] können die Kategorien einer PPP beispielsweise in „financially free standing projects", „joint ventures" und „services sold" eingeteilt werden.

Für eine sinnvolle Systematisierung der Vertrags- und Organisationsformen sollte es das Ziel sein, nicht rein begriffliche Abgrenzungen vorzunehmen, sondern die Vielseitigkeit und Flexibilität von PPP darzustellen.

Aus diesem Grund wird auf rein formale, theoretische Ansätze verzichtet, die PPP als neues Gedankengut zu bereits bestehenden Formen der (Projekt-)Abwicklung abgrenzen möchten [163]. Vielmehr wird PPP in Anlehnung an die internationale Auffassung als eine Initiative gesehen, die integrativ und aktivierend die vielseitigen Möglichkeiten einer öffentlich-privaten Kooperation aufzeigt. Im Vordergrund steht hierbei das Ziel der Steigerung des „value for money" in der öffentlichen Aufgabenerfüllung und somit die Integration wertsteigernder Kooperationsoptionen.

Die Strukturierung des PPP-Spektrums erfolgt daher denklogisch in zwei Stufen:

- Strukturierung von **PPP-Basismodellgruppen** aufgrund austausch- und gesellschaftsvertraglicher Institutionalisierung in Bezug auf den Aufgabenumfang bzw. den Gegenstand der PPP sowie die Intensität der partnerschaftlichen Kooperation und den Grad der Effizienzsteigerung
- Strukturierung von **Organisations- und Vertragsformen**, aufbauend auf den Basismodellgruppen (und deren Charakteristiken) in Abhängigkeit vom Grad der Wahrnehmung von PPP-Gestaltungsfunktionen gemäss Abb. 6.27:
  - Steuerungsfunktion
  - Finanzierungsfunktion

– Leistungsfunktion mit Berücksichtigung des
  - o Leistungstransfers auf den Privaten und
  - o Autonomitätsgrads der Leistungsbereitstellung

  sowie in Abhängigkeit von den Eigentumsverhältnissen

6.5.2 PPP-Basismodellgruppen

Die Strukturierung der PPP-Basismodellgruppen erfolgt anhand des PPP-Gegenstands bzw. Aufgabenumfangs und der vertragsrechtlichen Formalisierung sowie der Intensität der partnerschaftlichen Kooperation und des Grads der Effizienzsteigerung.

Der Aufgabenumfang wird in Anlehnung an Bolz [164] in „Gesamtprojekte“ (Beschaffung) sowie in „Teilaufgaben eines Bereichs“ (Aufgabenerfüllung) unterschieden.

Nach Ausschluss der informellen Partnerschaften werden zwei vertragsrechtliche Grade der formalen Institutionalisierung unterschieden [165], [154]:

- austauschvertraglich
- gesellschaftsvertraglich

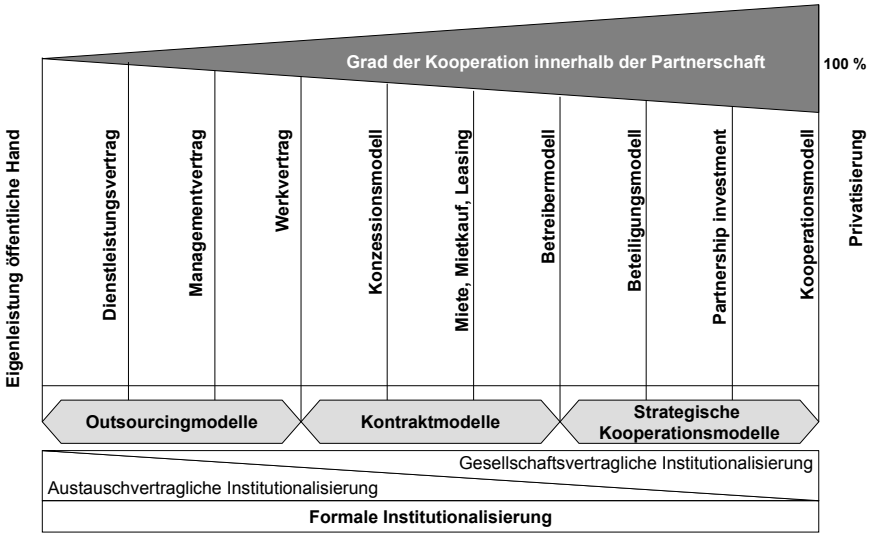


Abb. 6.29: Kooperationsgrad und formale Institutionalisierung PPP-Basismodellgruppen und der Vertrags- und Organisationsformen einer Public Private Partnership

Während bei gesellschaftsvertraglichen Partnerschaften die Intensität der Kooperation in erster Linie durch die gemischtwirtschaftliche Gesellschaft zwischen öffentlicher Hand und privatem Sektor bestimmt wird, ergibt sich die Intensität der Kooperation bei austauschvertraglichen Partnerschaften massgeblich auch über den Aufgabenumfang bzw. den Gegenstand der PPP.

Auf Basis des PPP-Gegenstands bzw. des Aufgabenumfangs und der vertragsrechtlichen Formalisierung kann das PPP-Spektrum auf der ersten Strukturierungsstufe in folgende drei PPP-Basismodellgruppen systematisiert werden (Abb. 6.29).

- **Outsourcingmodelle** – niedriger Grad der Kooperation:
  einfache, austauschvertragliche Kooperationen für die Erfüllung von (Teil-)Aufgaben (austauschvertraglich geregelte Aufgabenerfüllung)
- **Kontraktmodelle** – mittlerer Grad der Kooperation:
  komplexe, austauschvertragliche Kooperationen für die Beschaffung bzw. Abwicklung von Gesamtprojekten (austauschvertraglich geregelte Beschaffung)
- **Strategische Kooperationsmodelle** – hoher Grad der Kooperation:
  gesellschaftsvertragliche Partnerschaften für die Erfüllung von (Teil-) Aufgaben sowie für die Beschaffung bzw. Abwicklung von Gesamtprojekten (gesellschaftsvertraglich geregelte Beschaffung und Aufgabenerfüllung)

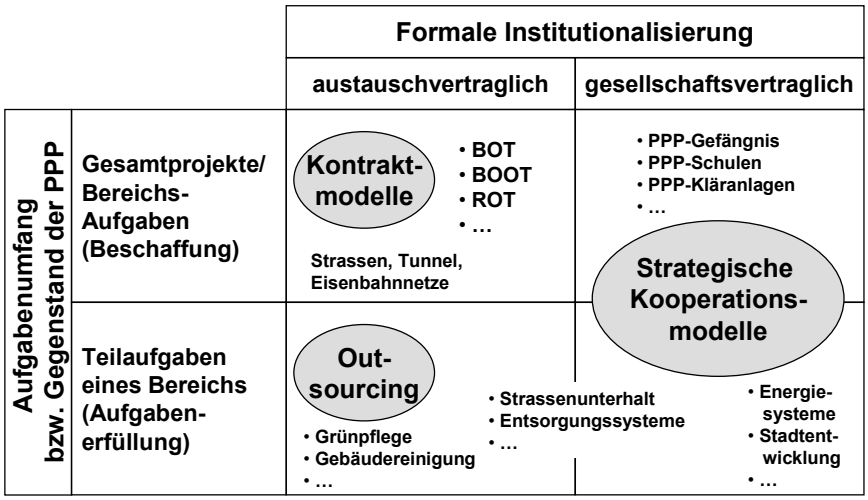


Abb. 6.30: PPP-Basismodellgruppen – Aufgaben-Institutionalisierungs-Portfolio (AIP)

Zur Verdeutlichung der Strukturierung des PPP-Spektrums in Anlehnung an das Kooperationsspektrum von Sydow [165] dient Abb. 6.29.

Der Grad (Intensität) der Kooperation definiert sich aus dem Grad der formalen Institutionalisierung und dem Aufgabenumfang bzw. Gegenstand der PPP (Abb. 6.30).

Den niedrigsten Kooperationsgrad weisen die auf Verträgen basierenden **Outsourcingmodelle** auf, da Outsourcingmodelle den Informations-, Technologie-, Personal- und / oder Leistungsaustausch auf eine einfache austauschvertragliche Grundlage stellen und nur einzelne (Teil-)Bereiche einer öffentlichen Aufgabe (Aufgabenerfüllung) umfassen. Beispiele hierfür sind der Betrieb von ganzen EDV-Anlagen bzw. der gesamten Informations- und Kommunikatiossysteme in öffentlichen Verwaltungen oder der Betrieb von ganzen öffentlichen Einrichtungen (Schulen, Schwimmbäder) durch einen Privaten. Outsourcingmodelle werden dann zu PPP-Outsourcingmodellen, wenn sie einen langfristigen Charakter und einen hohen Koordinationsaufwand aufgrund einer nicht bis ins Detail vorbestimmten Aufgabe aufweisen.

Kontraktmodelle basieren auf langfristigen Verträgen und weisen einen mittleren Kooperationsgrad auf, weil sie als komplexe, austauschvertragliche Kooperation öffentliche Aufgaben in Form von lebenszyklusorientierten Gesamtprojekten (Beschaffung) in einem öffentlichen Bereich umfassen. Als Beispiele können die Planung, der Bau, die Finanzierung und ggf. der Betrieb öffentlicher Infrastruktureinrichtungen wie Schulen, Tunnel oder Strassen durch einen Privaten genannt werden, im Rahmen von BOT-Projekten oder ähnlichen Kontraktmodellen mit meist einer „stand alone“-Projektgesellschaft, die in der Regel autark ohne Beteiligung des öffentlichen Trägers ist.

Den höchsten Kooperationsgrad weisen die **Strategischen Kooperationsmodelle** als gesellschaftsvertragliche Kooperationen auf, bei denen öffentlich-private Gesellschaften gegründet werden. Beispiele sind Joint Ventures, bestehend aus öffentlicher Hand und Privatwirtschaft, die zum Zweck der Planung, des Baus und des Betriebs öffentlicher Infrastrukturen wie Schulen, Tunnel oder Strassen (Beschaffung) oder zum Zweck der Erfüllung von Aufgaben (Aufgabenerfüllung) wie dem Betrieb von Infrastruktureinrichtungen gegründet werden. Der hohe Kooperationsgrad ergibt sich bei den Strategischen Kooperationsmodellen aufgrund des hohen Austauschs der Partner in der gemischtwirtschaftlichen Gesellschaft und nicht aufgrund des PPP-Gegenstands.

Weiterhin können die PPP-Basismodellgruppen anhand des möglichen Effizienzsteigerungsgrads unterschieden werden.

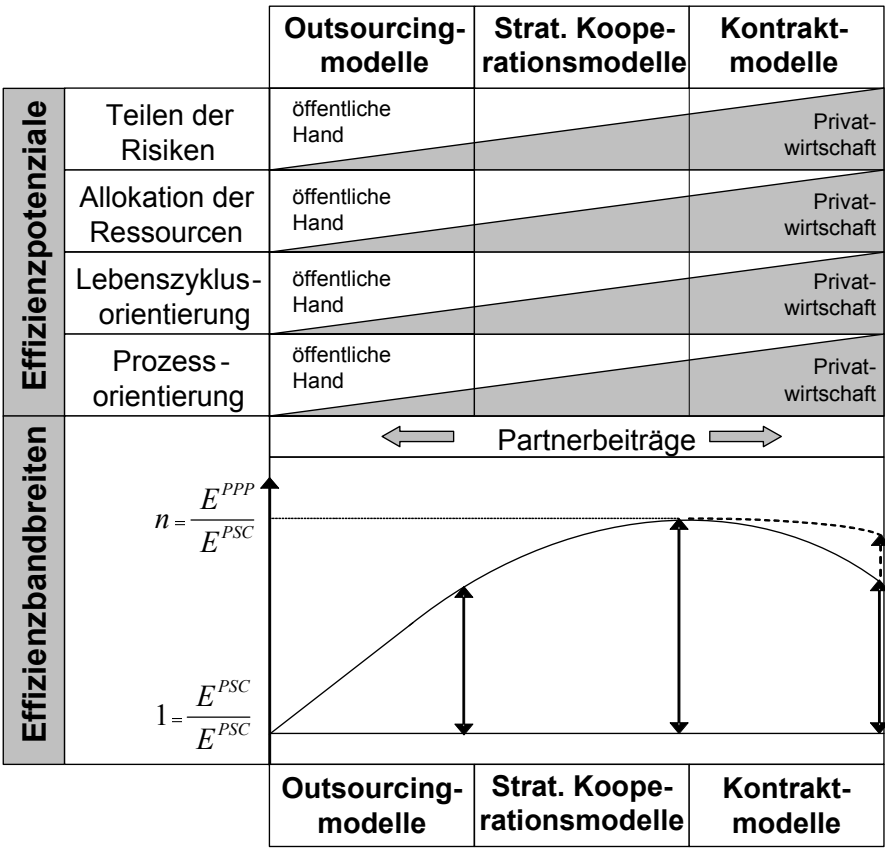


Abb. 6.31: PPP-Basismodellgruppen – Effizienzpotenziale

Die Effizienz einer Partnerschaft ergibt sich gemäss den konstituierenden Merkmalen einer PPP aus den vier Faktoren „spezifische Allokation der Ressourcen“, „Teilen der Risiken“, „Lebenszyklusorientierung“ und „Prozessorientierung“. Je mehr dieser Faktoren bei einer PPP umgesetzt und je intensiver sie vollzogen werden, desto höher ist die erzielbare Effizienzsteigerung einzuschätzen. Der Grad der erzielbaren Effizienzsteigerung ist in Abb. 6.31 qualitativ in Abhängigkeit von den drei Basismodellgruppen dargestellt.

Es ist ersichtlich, dass bei einer ausgewogenen Beteiligung beider Partner (hoher Grad der Kooperation) bei den Strategischen Kooperationsmodellen die erzielbare Effizienz in der öffentlichen Aufgabenerfüllung oder Beschaffung als am höchsten zu beurteilen ist.

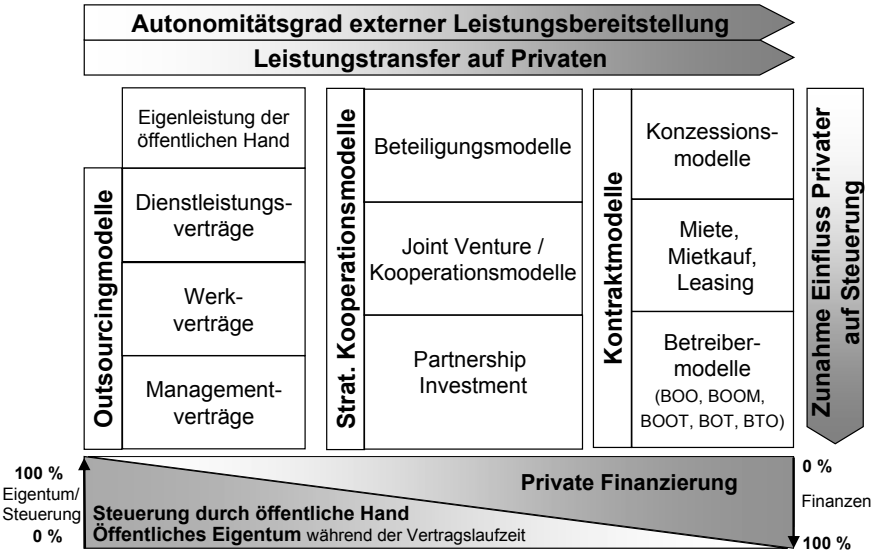


Abb. 6.32: PPP-Basismodellgruppen sowie Vertrags- und Organisationsformen – Gestaltungsfunktionen

6.5.3 PPP-Basismodellgruppen – Vertrags- und Organisationsformen

Die drei PPP-Basismodellgruppen und deren zugeordnete PPP-Vertrags- und Organisationsformen werden hinsichtlich des Ausprägungsgrads der Wahrnehmung der PPP-Gestaltungsfunktionen wie (Abb. 6.32)

- Leistungsfunktion mit Berücksichtigung des
  - Leistungstransfers auf den Privaten und
  - Autonomitätsgrads der Leistungsbereitstellung
- Steuerungsfunktion der öffentlichen Hand und Einflussnahme des privaten Partners
- Finanzierungsfunktion und deren partizipatorische Verteilung

sowie hinsichtlich der Eigentumsverhältnisse in einem mehrdimensionalen Kontinuum eingeordnet. Diese Kriterien werden als PPP-Charakteristiken bezeichnet.

Im Rahmen der vertraglichen und organisatorischen Abwicklung von Public Private Partnerships werden die Funktionen in unterschiedlicher Weise zwischen öffentlicher Hand und Privatwirtschaft aufgeteilt, so dass

die Vertrags- und Organisationsformen primär anhand der Verteilung von Gestaltungsfunktionen unterschieden werden können.

Zur Systematisierung der Funktionen öffentlicher Aufgabenträger (Abb. 6.33) wird der Ansatz von Hintze [154] mit dem Prozessansatz zur Unternehmensbeschreibung von Girmscheid [11] abgeglichen.

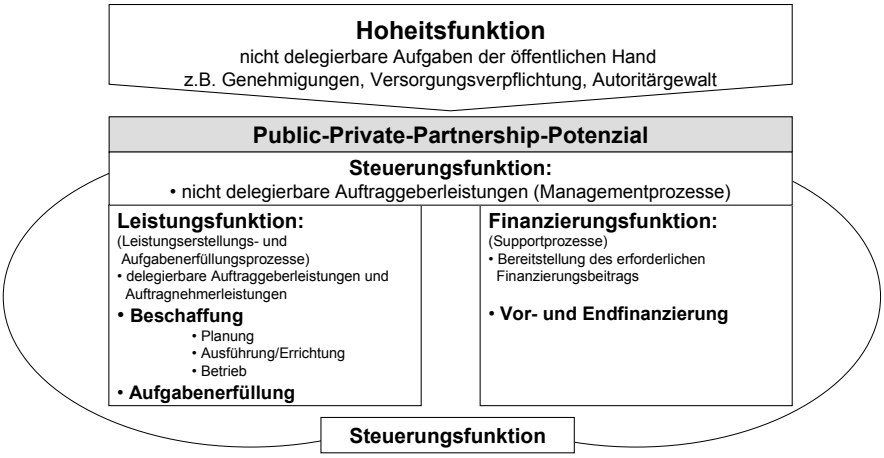


Abb. 6.33: PPP-Potenziale bei öffentlichen Funktionen

Die Leistungsfunktion umfasst die Erbringung der mit einem Projekt verbundenen Sach- und Dienstleistungen. Sie wird in Versorgungs- und Durchführungsfunktion untergliedert. Die Versorgungsfunktion beinhaltet gemäss Hintze die nicht delegierbaren Auftraggeberleistungen. Die Durchführungsfunktion umfasst die delegierbaren Bauherrenaufgaben und die Auftragnehmerleistungen.

Die Leistungsfunktion umfasst die Durchführungsfunktion im Sinn von Hintze, d.h. die delegierbaren Bauherrenleistungen und die Auftragnehmerleistungen, oder gemäss Girmscheid [11] die Dienstleistungs- bzw. Leistungserstellungsprozesse.

Die Leistungsfunktion wird in „lebenszyklusorientierte Beschaffung“ (bestehend aus Planung, Ausführung und Betrieb) sowie in „Aufgabenerfüllung“ unterschieden (Abb. 6.33).

Gegenstand der Finanzierungsfunktion ist die Bereitstellung der erforderlichen Finanzmittel, wobei zwischen Eigen- und Fremdfinanzierung und Vor- und Endfinanzierung unterschieden werden kann.

Die Steuerungsfunktion stellt sicher, dass die Versorgungsverpflichtung der öffentlichen Hand erfüllt wird und die vertraglichen PPP-Pflichten eingehalten werden. Diese Managementaufgabe ist durch die öffentliche

Hand wahrzunehmen, kann jedoch operativ an z.B. Ingenieurbüros delegiert werden.

Die Hoheitsfunktion dient der Sicherstellung hoheitlicher Aufgaben wie Versorgungsverpflichtung, Aufrechterhaltung der öffentlichen Ordnung und Gesetze. Sie stellt den nicht delegierbaren Teil der Verantwortung der öffentlichen Hand dar, der stets von staatlichen Stellen autonom zu erfüllen ist (Genehmigungen, Erteilen von Konzessionen etc.)

Dagegen bieten sich bei der Steuerungs-, Leistungs- und Finanzierungsfunktion vielfältige Möglichkeiten der Verantwortungs- und Aufgabenteilung zwischen öffentlichem und privatem Partner an, in der das Potenzial einer PPP begründet ist; wobei der Einfluss der öffentlichen Hand auf die PPP im Rahmen der Steuerungsfunktion gewährleistet werden muss.

Für die drei PPP-Basismodellgruppen (Outsourcingmodelle, Kontraktmodelle und Strategische Kooperationsmodelle) ist die Verteilung der Hoheits-, Steuerungs-, Finanzierungs- und Leistungsfunktion einer PPP in Abb. 6.34 dargestellt.

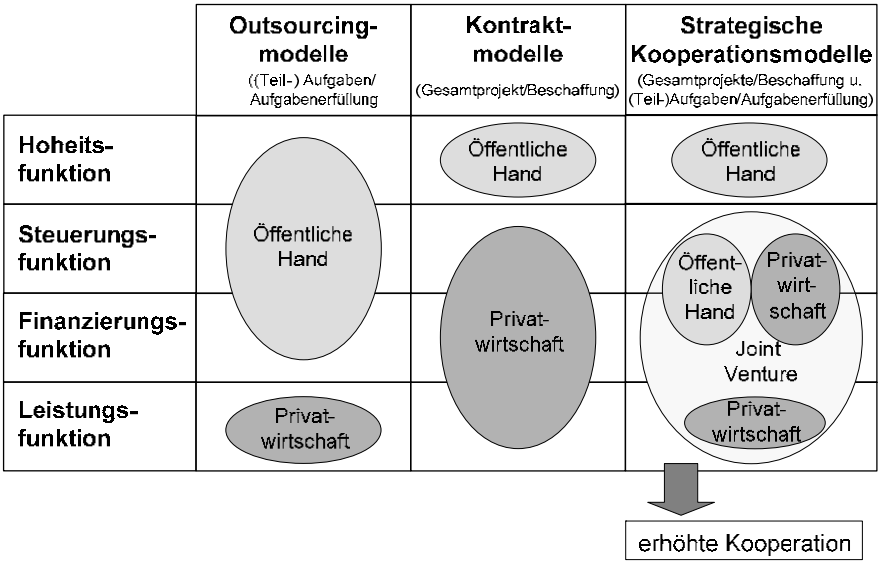


Abb. 6.34: Wahrnehmung öffentlicher Funktionen in den PPP-Basismodellgruppen

Die Eigentumsverhältnisse können als ein weiteres PPP-Charakteristikum zur Unterscheidung der Vertrags- und Organisationsformen herangezogen werden. Hierbei ist zu beachten, ob es sich bei der Erfüllung der öffentlichen Aufgabe um Projekte mit investivem Charakter (Beschaffung) oder (Dienst-)Leistungen ohne investiven Charakter (Aufgabenerfüllung) han-

delt. Eigentümer der zu errichtenden oder zu bewirtschaftenden Infrastruktur oder Anlage kann die öffentliche Hand und / oder der private Partner sein. Zur Differenzierung der Vertrags- und Organisationsformen spielt weiterhin der Zeitpunkt einer möglichen Eigentumsübertragung zwischen den Partnern eine Rolle.

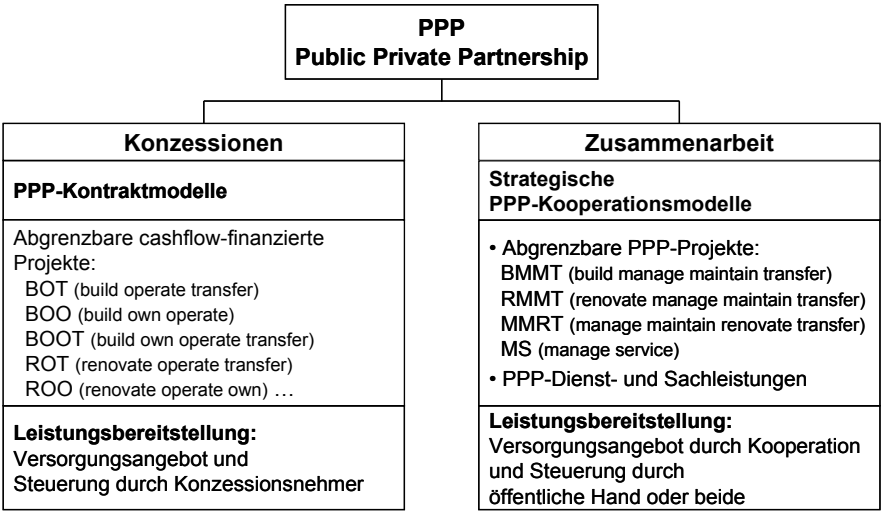


Abb. 6.35: PPP-Realisierungskonzept

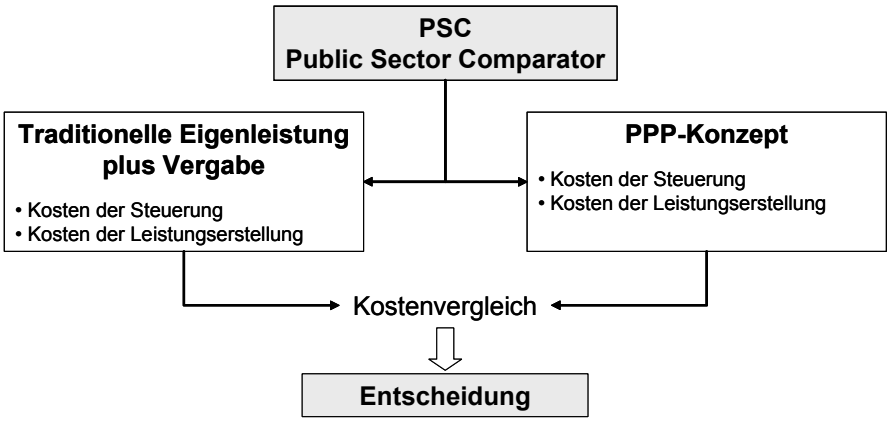


Abb. 6.36: PPP-Entscheidung mittels Public Sector Comparator (PSC)

Die verschiedenen PPP-Realisierungskonzepte der PPP-Kontrakt- und strategischen Kooperationsmodelle sind in Abb. 6.35 dargestellt. Dabei wird deutlich, dass bei den PPP-Kontraktmodellen die Aufgabenerfüllung, d.h. das Versorgungsangebot und deren Steuerung, weitgehend autark im Rahmen der vertraglichen Vereinbarung erfolgt. Bei den strategischen PPP-Kooperationsmodellen erfolgt die Aufgabenerfüllung, d.h. die Versorgung und Steuerung, durch die PP-Partnerschaft oder die Versorgung durch den privaten Anbieter, aber die Steuerung durch die öffentliche Hand.

Zur Analyse der Wirtschaftlichkeitssteigerung im Rahmen der Entscheidung für oder gegen eine PPP-Aufgabenerfüllung, ist es erforderlich die inhaltlich und zeitlich systemorientierte Abgrenzung der LC-Analyse vorzunehmen und die Zahlungsströme der traditionellen Eigenleistung mit denen eines PPP-Konzepts zu vergleichen (Abb. 6.36). Dabei müssen bei der PPP-Kostenanalyse die Transaktionskosten für Vorbereitung, Ausschreibung, Steuerung und Kontrolle berücksichtigt werden. Ferner müssen die erhöhten Risiken bei einer Einbindung von privaten Leistungsträgern über die meist 10- bis 30jährige Partnerschaft berücksichtigt werden. In vielen Fällen wird ein sehr hohes Einsparungspotenzial für die öffentliche Hand realisiert.

PPP-Outsourcingmodelle

Zu den PPP-Outsourcingmodellen zählen die Vertrags- und Organisationsformen Dienstleistungsverträge, Werkverträge und Managementverträge, die die öffentliche Hand mit einem Privaten abschliesst.

Solche Vertragsformen können als PPP bezeichnet werden, wenn die öffentlichen Aufgaben

- kooperativ in einer Entscheidungsgemeinschaft abgestimmt werden müssen,
- die Bindung langfristig ausgelegt wird,
- die Effizienzsteigerung durch die Kombination des spezifischen Know-hows beider Partner erreicht wird (Allokation der Ressourcen) sowie
- die komplementären Ziele beider Partner erfüllt werden.

Der Managementvertrag kann z.B. je nach seiner Ausprägung die konstituierenden Merkmale erfüllen.

PPP-Outsourcingmodelle weisen im PPP-Spektrum den niedrigsten Kooperationsgrad auf, der sich aus einer meist einfachen austauschvertraglichen, niedrigen formalen Institutionalisierung zwischen zwei unabhängi-

gen Parteien und der Erfüllung von Teilaufgaben (Aufgabenerfüllung) ergibt.

Outsourcingmodelle können dann als PPP angesehen werden, wenn sie die konstituierenden PPP-Merkmale hinreichend erfüllen. Die Steigerung der Effizienz in der Erfüllung öffentlicher Aufgaben wird mittels Allokation des spezifischen Know-hows durch den privaten Partner erzielt. Zusätzlich können die Prozess- und / oder Lebenszyklusorientierung der Aufgabe als weitere Kriterien hinzukommen. Die partnerschaftliche, spezifische Allokation der Finanz- und Personalressourcen sowie das Teilen der Risiken sind nur in einem mittleren Ausmass oder gar nicht gegeben (Abb. 6.31). Das Grundkonzept der PPP-Outsourcingmodelle als öffentlich-private Partnerschaft stützt sich somit primär auf die Erzielung von Effizienzvorteilen durch die Langfristigkeit der Bindung, auf die privatwirtschaftliche Prozessorientierung in der Leistungs- bzw. Aufgabenerfüllung im Bereitstellen von spezifischem Know-how und Ressourcen und in manchen Fällen auf die Lebenszyklusorientierung sowie auf die erklärte Absicht zur partnerschaftlichen Zusammenarbeit (Qualität der Zusammenarbeit).

Im Rahmen der Wahrnehmung der Funktionen bzw. der Aufgabenteilung zwischen den Partnern übernimmt die Privatwirtschaft bei PPP-Outsourcingmodellen in der Regel lediglich die Leistungsfunktion und Teilbereiche der Steuerungsfunktion (Abb. 6.37). Die Hoheits- und Finanzierungsfunktionen obliegen der öffentlichen Hand.

Die Organisationsstruktur ist durch ein herkömmliches Auftraggeber-Auftragnehmerverhältnis zu beschreiben, bei dem der Auftragnehmer je nach vertraglicher Regelung ggf. auf Subunternehmer zurückgreifen kann. Jedoch ist bei einem PPP-Outsourcingmodell zur Aufgabenerfüllung ein gemeinsames Steuerungsteam erforderlich, das die meist langfristigen, nicht im Detail strukturierbaren Aufgaben festlegt und somit auch eine weisungsorientierte Steuerungsgemeinschaft darstellt. Die Beziehungen zwischen den Projektbeteiligten sind durch die Hauptaspekte finanzielle Ströme, rechtliche Beziehungen und organisatorische Abläufe geprägt [111].

Die organisatorischen Abläufe ergeben sich durch die Wahrnehmung der Funktionen (Abb. 6.37). Die finanziellen Ströme und Vertragsbeziehungen sind in Abb. 6.38 dargestellt.

Die öffentliche Hand ist in der Regel während der gesamten Vertragslaufzeit Eigentümer der Infrastruktureinrichtung. Ausnahmen bilden Lösungen, bei denen die Privatwirtschaft neben Dienstleistungen auch Sachleistungen erbringt, z. B. die Bereitstellung und den Betrieb von EDV-Anlagen in Gebäuden der öffentlichen Hand.

Für PPP als Outsourcingmodell eignen sich alle bislang öffentlich erfüllten (Teil-)Aufgaben, die entweder für die öffentliche Hand selbst oder

für Dritte ausgeführt werden (z.B. EDV-Netz-Betreuung, Unterhalt von Strassen, Schulen etc.)

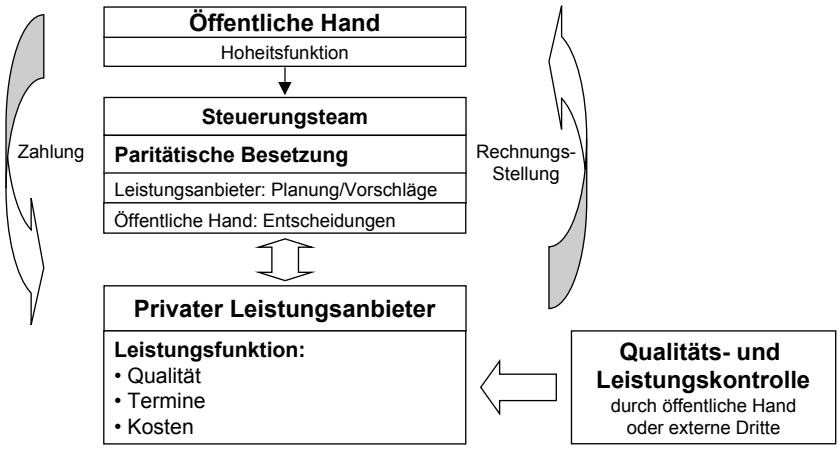


Abb. 6.37: PPP-Outsourcingmodelle – Wahrnehmung der öffentlichen Funktionen

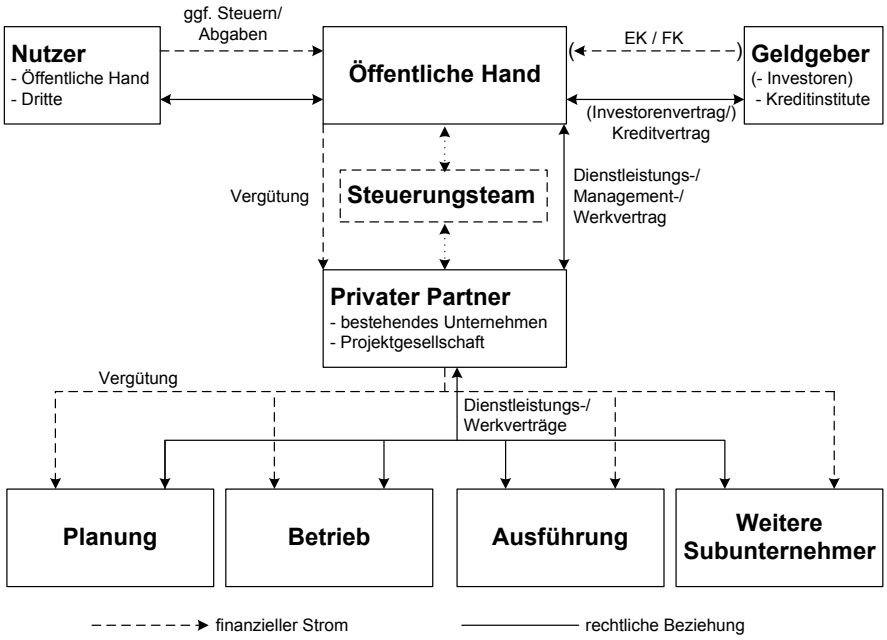


Abb. 6.38: PPP-Outsourcingmodelle – Vertragsbeziehungen und finanzielle Ströme [111]

PPP-Kontraktmodelle

Zu den Kontraktmodellen zählen Vertrags- und Organisationsformen, die in Konzessionsmodell, Miete, Mietkauf, Leasing und Betreibermodell untergliedert werden können. Die PPP-Kontraktmodelle weisen in der Einteilung in die drei PPP-Basismodellgruppen einen mittleren Grad der Kooperation auf. Sie umfassen ausschliesslich lebenszyklusorientierte Projekte (Beschaffung) innerhalb eines öffentlichen Aufgabenbereichs und charakterisieren sich durch ein komplexes, austauschvertragliches Verhältnis zweier unabhängiger Parteien [166].

Die PPP-Kontraktmodelle genügen den konstituierenden Merkmalen einer PPP ausreichend. Die Allokation der Ressourcen durch den Privaten weist eine mittel bis sehr stark zu bewertende Auswirkung auf die Effizienzsteigerung aus (Abb. 6.31). Die Steigerung der Effizienz wird durch das Teilen der Risiken, die Lebenszyklus- und Prozessorientierung stark beeinflusst (Abb. 6.31).

Das Grundkonzept der PPP-Kontraktmodelle kann als „stand alone projects“ beschrieben werden, d.h., es geht um die Abwicklung von öffentlichen Gesamtprojekten (Beschaffung) mit Planung, Finanzierung, Bau und Betrieb durch einen Privaten [167]. In der Regel gründet der private Partner für die zu erfüllende Aufgabe eine neue Gesellschaft. Der Vorteil dieser rein privatwirtschaftlichen Projektgesellschaft liegt (wie bei den Kooperationsmodellen im Zug der gemischtwirtschaftlichen Gesellschaftsgründung) in der bilanzneutralen Projektdurchführung (Off Balance Sheet Financing, Abb. 6.39).

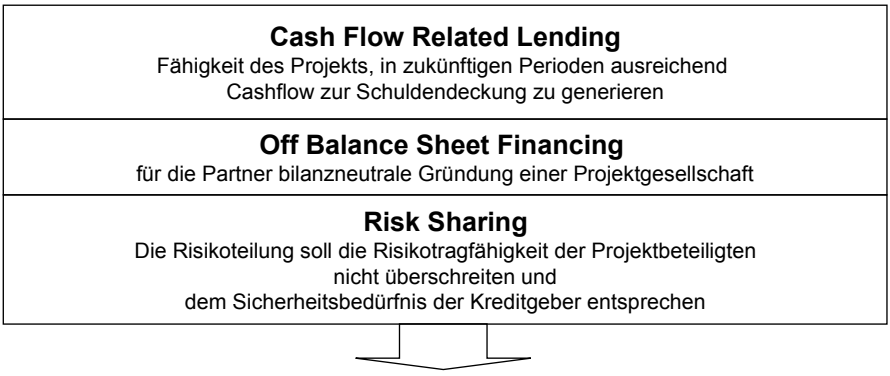


Abb. 6.39: PPP-Kontraktmodelle – konstituierende Merkmale [111]

Wie aus Abb. 6.39 ersichtlich, geht es bei PPP-Kontraktmodellen um die Gewinnung privaten Kapitals für die Erfüllung öffentlicher Aufgaben und den Transfer der Aufgabenerfüllung, bezogen auf lebenszyklusorientierte Projekte, an einen Privaten. Der Projekt-Cashflow und die Finanzcharakteristik von PPP-Kontraktmodellen sind in Abb. 6.40 dargestellt [168].

Einen Überblick über die Wahrnehmung der Funktionen im Rahmen von PPP-Kontraktmodellen verschafft Abb. 6.41. Hier wird deutlich, dass im Vergleich zu den PPP-Outsourcingmodellen der private Partner alle Funktionen bis auf die Hoheitsfunktion innehat.

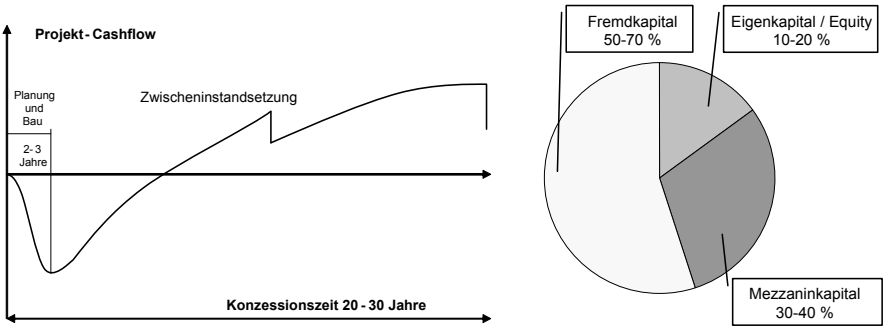


Abb. 6.40: PPP-Kontraktmodelle – Projekt-Cashflow und Finanzcharakteristik [111]

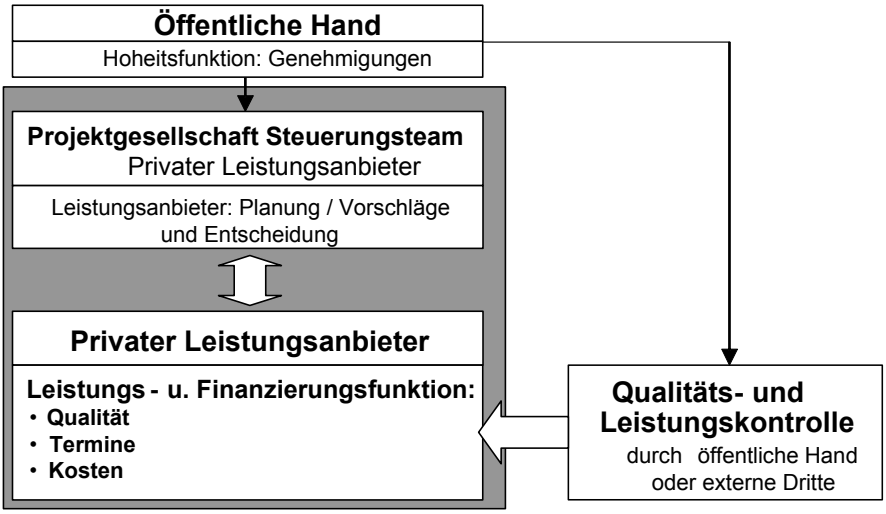


Abb. 6.41: PPP-Kontraktmodelle – Wahrnehmung der öffentlichen Funktionen

Im Rahmen der PPP-Kontraktmodelle spielt die öffentliche Hand bei der Steuerungs-, Leistungs- und Finanzierungsfunktion (Abb. 6.33) folgende Rolle [169]:

- Sie wirkt bei der Finanzierung nicht aktiv mit, sondern übernimmt in bestimmten Fällen ggf. Garantien wie z. B. die Zusicherung von Mindesteinnahmen aus der Nutzung bzw. für eine langfristige Nutzung oder durch Einfügung von Klauseln zur Vermeidung von Konkurrenz.
- Sie garantiert die typabhängige Eigentumsübertragung (Konzession, Miete, Mietkauf, Leasing, Betreiber).
- Sie wirkt zudem nicht bei Bau und Erstellung mit und betreibt das Infrastrukturobjekt nicht selbst (Ausnahme Miete, Mietkauf, Leasing).

Die öffentliche Hand nimmt allerdings die Hoheitsfunktion in Bezug auf Genehmigungen, Konzessionen und Sicherstellung der öffentlichen Versorgung durch den Privaten wahr.

Der private Partner hingegen stellt die Finanzmittel zur Verfügung (Finanzierungsfunktion). Je nach Vertrags- und Organisationsform unterscheidet sich der Vergütungsmechanismus des Privaten. Die Vertragsbeziehungen, die finanziellen Ströme sowie die Eigentumsverhältnisse unterscheiden sich innerhalb der Kontraktmodelle in Abhängigkeit von der jeweiligen Vertrags- und Organisationsform.

Im Rahmen der Kontraktmodelle (Projekte) variieren die Eigentumsverhältnisse stark. Während bei Konzessionsmodellen die öffentliche Hand zu allen Zeitpunkten Eigentümer der zu errichtenden oder zu sanierenden Infrastruktureinrichtung ist, ist bei Miete, Mietkauf und Leasing der private Partner Eigentümer, wobei bei Miete kein Eigentumsübergang auf die öffentliche Hand stattfindet, bei Mietkauf ein Eigentumsübergang auf die öffentliche Hand bei Vertragsabschluss fest vereinbart ist und bei Leasing die öffentliche Hand am Ende des Leasingzeitraums über eine Übernahme des Eigentums entscheiden kann.

Die Vertragsbeziehungen und finanziellen Ströme zwischen den Projektbeteiligten / Partnern sind in Abb. 6.42 am Beispiel des Betreibermodells dargestellt.

Für die Umsetzung von Kontraktmodellen eignen sich die folgenden öffentlichen Aufgabenfelder:

- Energieversorgung: Wasserkraftwerke, thermische Kraftwerke [168]
- Verkehrsnetze: Autobahn, Stadtautobahn, Tunnel
- Wasser- und Abwassersysteme: Kläranlagen, Wasserversorgung

- Öffentliche Einrichtungen: Schulen, Gefängnisse
- Kommunikation: Fest- und Funknetze

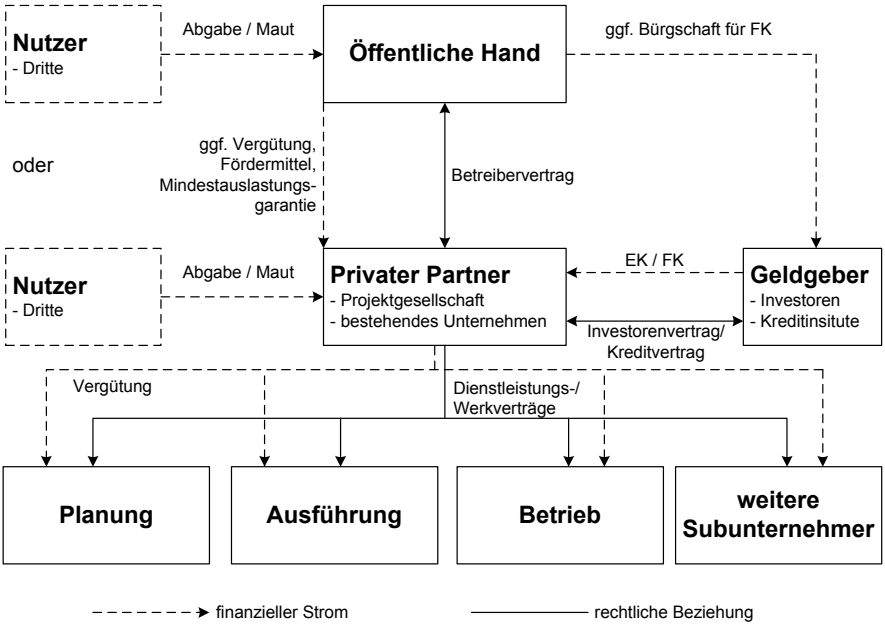


Abb. 6.42: PPP-Kontraktmodelle / Betreibermodell – Vertragsbeziehungen und finanzielle Ströme [111]

Strategische PPP-Kooperationsmodelle

Zur Bildung Strategischer PPP-Kooperationsmodelle gibt es drei mögliche Vertrags- und Organisationsformen (Abb. 6.32):

- Beteiligungsmodell (private(r) Anteilseigner an öffentlicher Gesellschaft)
- Kooperationsmodell / Joint Venture (gemeinsame Neugründung gemischtwirtschaftlicher Gesellschaft)
- Partnership Investment (öffentliche Hand ist Anteilseigner an privatwirtschaftlicher Gesellschaft)

Der Einfluss des privaten Partners bei der Steuerung der Partnerschaft (PPP) nimmt mit seinem Stellenwert innerhalb der gemischtwirtschaftlichen Gesellschaft vom Beteiligungsmodell über das Joint Venture bis hin zum Partnership Investment zu. Für die folgenden Ausführungen werden

alle drei Vertrags- und Organisationsformen als gemischtwirtschaftliche Gesellschaft bezeichnet.

Strategische PPP-Kooperationsmodelle weisen im PPP-Spektrum den höchsten Kooperationsgrad auf, der sich aus der gesellschaftsvertraglich hohen formalen Institutionalisierung (direkte organisatorische Zusammenarbeit der beiden Partner) ergibt. Der Gegenstand von Strategischen PPP-Kooperationsmodellen umfasst die Erfüllung von öffentlichen Aufgaben (Aufgabenerfüllung) eines spezifischen öffentlichen Bereichs meist im Betrieb sowie von lebenszyklusorientierten Projekten (Beschaffung) innerhalb eines spezifischen öffentlichen Aufgabenbereichs.

Strategische PPP-Kooperationsmodelle erfüllen alle konstituierenden Merkmale einer PPP im höchsten Mass. Aufgrund des hohen Masses an Kooperation kommt bei den Strategischen Kooperationsmodellen sogar ein konstituierendes Merkmal, die Entscheidungs- und Verantwortungsgemeinschaft der Partner für die Ergebnisse, hinzu.

Die Steigerung der Effizienz wird bei den Strategischen PPP-Kooperationsmodellen in hohem Mass erreicht (Abb. 6.31), indem alle vier Faktoren – die gemeinsame Allokation von Ressourcen, das Teilen der Risiken, die Lebenszyklus- und die Prozessorientierung – gemeinsam realisiert werden können.

Das Grundkonzept der Strategischen PPP-Kooperationsmodelle basiert folglich auf einem hohen Mass an Kooperation, an Interaktion zwischen den Partnern und an Effizienzsteigerungspotenzial, das durch die Aufgabenerfüllung bzw. die lebenszyklusorientierte Beschaffung in gemischtwirtschaftlichen Gesellschaften erreicht wird.

Die Wahrnehmung der Funktionen erfolgt, bis auf die hoheitlichen Aufgaben, die stets durch die öffentliche Hand erfüllt werden, durch die gemischtwirtschaftliche Gesellschaft. Der Einfluss der beiden Partner innerhalb dieser Gesellschaft wird zwischen den Partnern gesellschaftsvertraglich geregelt. Entscheidend ist, dass beide Partner Anteile an der gemeinsam gegründeten Gesellschaft haben und im Rahmen des Gesellschaftsvertrags gemeinsam die Geschäftsführung übernehmen, so dass eine echte Entscheidungs- und Verantwortungsgemeinschaft für die Ergebnisse vorliegt [162]. Charakteristisch für gemischtwirtschaftliche Gesellschaften ist die doppelte Zweckbestimmung, die das Gewinnstreben und das Wahren öffentlicher Interessen miteinander verbindet. Bei besonderem öffentlichem Interesse sollten mindestens 50 % der Gesellschaftsanteile bei der öffentlichen Hand liegen [111].

Die gemischtwirtschaftliche Gesellschaft sichert die Finanzierung (Finanzierungsfunktion), indem die öffentliche Hand ggf. eine Bürgschaft für die Fremdkapitalfinanzierung übernimmt und / oder öffentliche Investitionsmittel zur Verfügung stellt und der private Partner seine privaten Inves-

titionsmittel einbringt. Die gemischtwirtschaftliche Gesellschaft erbringt die lebenszyklusorientierte Beschaffung, d.h. z.B. die Planung, den Bau und den Betrieb von Infrastrukturprojekten (Leistungsfunktion) sowie ggf. den Abbruch und/oder die Verwertung der Infrastruktur, bzw. die Aufgabenerfüllung in einem spezifischen öffentlichen Aufgabenbereich in der Nutzungsphase. Mit den Strategischen Kooperationsmodellen sollen die Finanzierungs- und Leistungsfunktion des privaten Sektors in einem intensiven Mass genutzt werden. Abb. 6.43 gibt einen Überblick über die Wahrnehmung der Funktionen.

Die Vertragsbeziehungen und finanziellen Ströme sind in Abb. 6.44 dargestellt, wobei die gemischtwirtschaftliche Gesellschaft als Projektbeteiligte zum Einsatz kommt.

Bei den strategischen Kooperationsmodellen hat im Rahmen der Erfüllung von Aufgaben (Aufgabenerfüllung) eines spezifischen Aufgabenbereichs durch die Partnerschaft in der Regel die öffentliche Hand das Eigentum an der zu bewirtschaftenden Infrastruktureinrichtung inne. Bei Gesamtprojekten (Beschaffung) innerhalb eines öffentlichen Bereichs ist in der Regel die gemischtwirtschaftliche Gesellschaft Eigentümer.

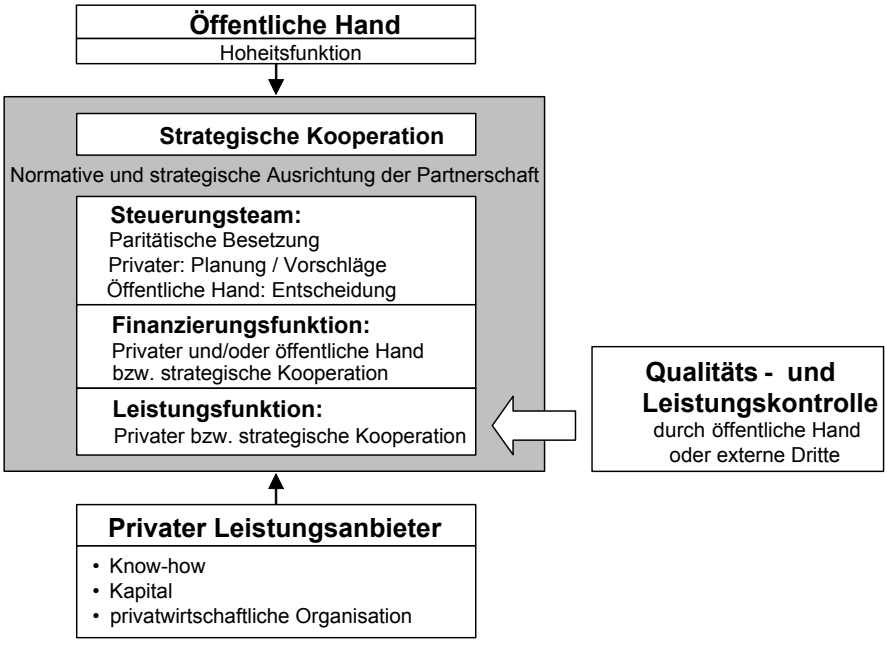


Abb. 6.43: Strategische PPP-Kooperationsmodelle– Wahrnehmung der öffentlichen Funktionen [111]

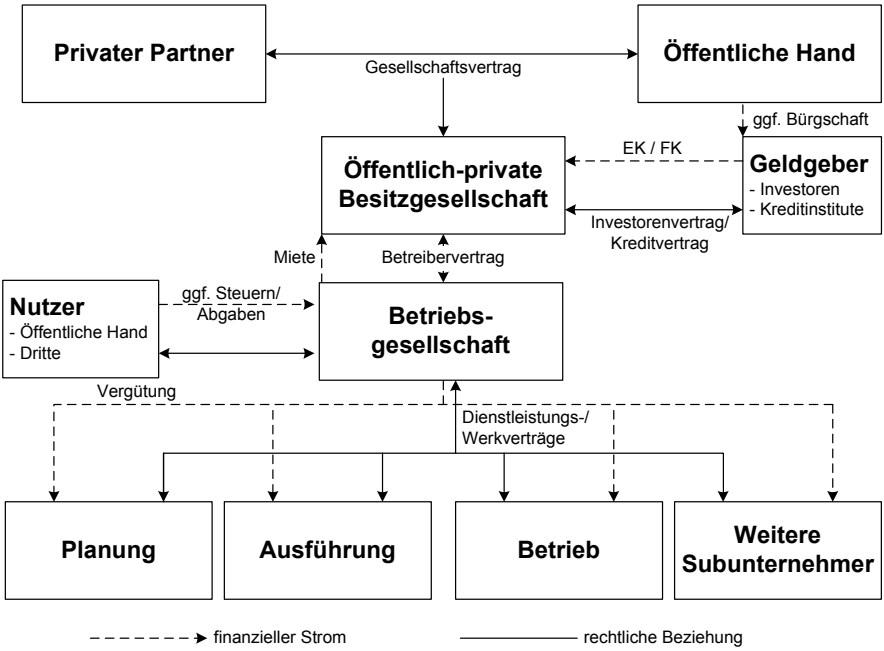


Abb. 6.44: Strategische PPP-Kooperationsmodelle – Vertragsbeziehungen und finanzielle Ströme [111]

Geeignete Aufgabenfelder für Strategische Kooperationsmodelle sind

- Öffentlicher Hochbau: Kindergärten, Schulen, Rathäusern
- Soziale Einrichtungen: Alten- und Pflegeheimen, Kliniken
- Freizeiteinrichtungen: Schwimmbäder, Sporteinrichtungen
- Öffentliche Ver- und Entsorgungseinrichtungen: Kläranlagen
- Kommunale Verkehrsnetze, Ver- und Entsorgungsnetze
- Sonstige öffentlichen Infrastrukturen: Flughäfen, Parkhäuser

Ebenso ist Stadtentwicklung, d.h. die Erschliessung von Bauland und Gewerbeflächen und / oder Umnutzung bestehender Gebäude und Industrieareale, als geeignetes Geschäftsfeld anzusehen [111].

Im Folgenden sollen exemplarisch verschiedene PPP-Modelle vertieft in ihren Abwicklungs- und Lebenszyklusphasen dargestellt und erläutert werden.

6.5.4 PPP-Stadtentwicklung / Immobilienentwicklung

In Abb. 6.45 wird eine mögliche Variante einer PPP-Projektgesellschaft zur Immobilienentwicklung dargestellt. Die Projektabwicklung durchläuft drei Hauptphasen, die sich durch ihre organisationelle Konstruktion und die Eigentumsverhältnisse unterscheiden. Die drei Hauptphasen sind:

- Phase der Projektentwicklung
- Phase der Projekterrichtung
- Phase des Betriebs

In der Phase der Projektentwicklung gründet die Stadt / Gemeinde eine „Holding", in die die Grundstücke oder Industriebrachen eingebracht werden. (Die Möglichkeiten hängen von den länderspezifischen Gesetzen ab.)

Die Aufgabe dieser „Holding" ist es, die Bebauungspläne / Nutzungspläne für diese Grundstücke so zu gestalten, dass sie ein hohes städtebauliches Potenzial entwickeln und dass die Nutzungsmöglichkeit einen hohen Grundstückswert ergibt. Zur Begründung der Umnutzung muss eine unternehmerische Idee entwickelt werden, bei der die potenziellen Kunden im Mittelpunkt stehen. Die Frage muss lauten: Welcher potenzielle Kunde / Käufer / Nutzer möchte ein Grundstück in dieser Lage für welchen Zweck nutzen? Hier ist es wichtig, Unternehmen mit hohem Entwicklungspotenzial und Wachstum anzuvisieren. In dieser Phase sollte auch die Kundenakquisition (Nutzer) beginnen, damit gezielt auf die Bedürfnisse eine Bebauungsplanänderung durchgeführt werden kann, um eine hohe Attraktivität des anvisierten Projekts sicherzustellen. Ein erster Vorentwurf ist erforderlich, der die architektonischen, städtebaulichen und funktionalen Aspekte zur erfolgreichen Projektentwicklung betrachtet. Dabei sind alle wichtigen Stakeholder einzubeziehen [170].

Eine solche Projekt- bzw. Stadtentwicklung hat politische, soziale und umweltgestalterische Aspekte, die verschiedene gesellschaftliche Gruppen berühren. Es ist notwendig, frühzeitig eine systematische Öffentlichkeitsarbeit zu betreiben, um alle Stakeholder von der Vorteilhaftigkeit der Massnahme zu überzeugen. Dies bedeutet auch das Einbinden einflussreicher Parteien, Verbände und der Presse sowie des regionalen Fernsehens.

Diese Aufgaben muss die Holding durchführen, um die attraktive Grundlage für eine schnelle Projektrealisierung mit hohem Nutzwert zu schaffen. Damit steigt die Attraktivität, entsprechende Investoren für die Realisierungsphase zu finden.

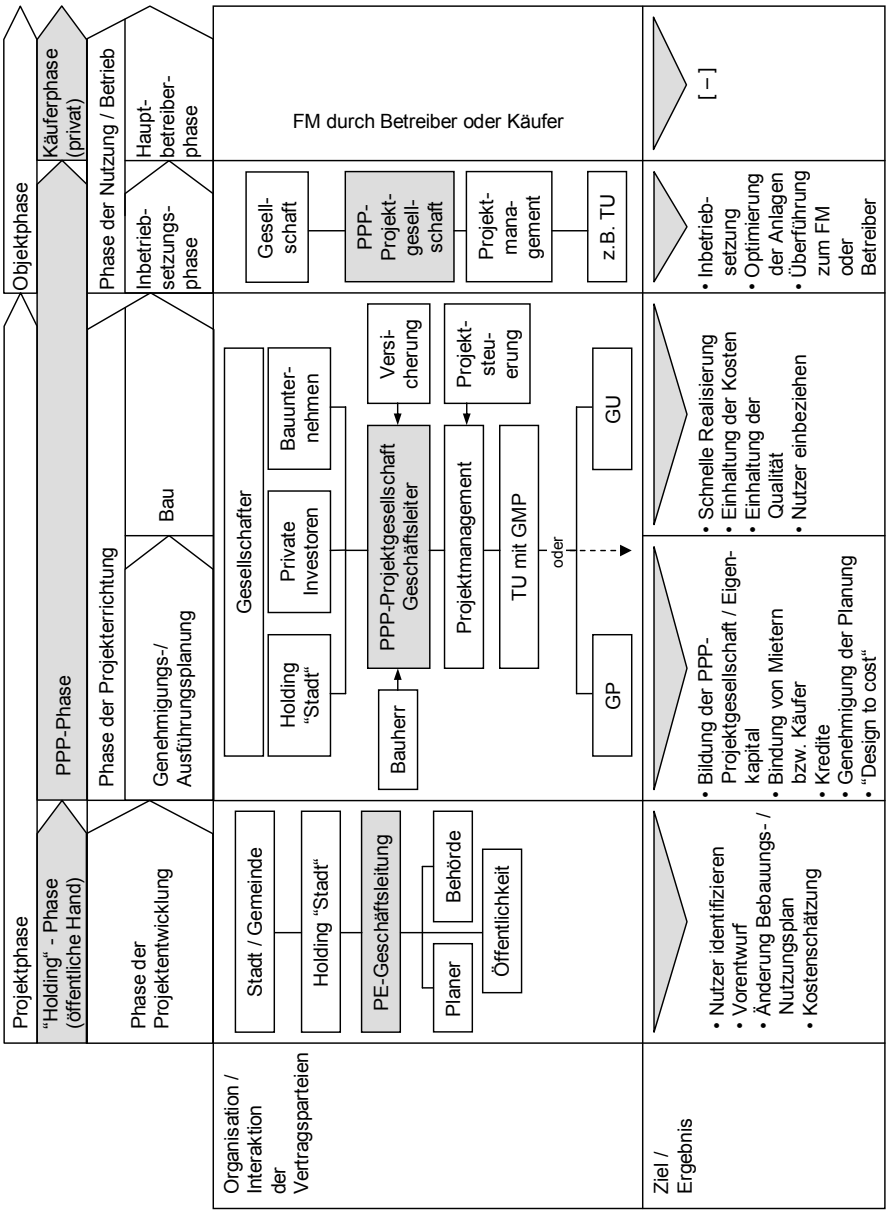


Abb. 6.45: Projektabwicklung eines PPP-Projekts – Stadtentwicklung / Immobilienentwicklung

In der Phase der Projekterrichtung wird eine PPP-Projektgesellschaft gegründet, die das Projekt realisiert. Die PPP-Projektgesellschaft setzt sich aus folgenden möglichen Gesellschaftern / Shareholdern / Aktionären zusammen:

- Stadt / Gemeinde (meist die „Holding“) mit ca. 20 % Anteil am Eigenkapital
- Banken / Versicherungen
- Andere private Investoren
- Bauunternehmen etc.

Diese PPP-Projektgesellschaft muss ein Eigenkapital von mindestens 20 % der Gesamtinvestitionssumme aufbringen; der Rest kann am Finanzmarkt als Kredit finanziert werden. Die PPP-Projektgesellschaft kauft von der Stadt / Gemeinde bzw. „Holding“ das Grundstück, führt die Genehmigungs- und Ausführungsplanung durch und realisiert den Bau aufgrund klarer Renditeerwartungen; daher erfolgt die Umsetzung der architektonischen, städtebaulichen, funktionalen und qualitativen Anforderungen meist nach dem „design to cost“-Prinzip. Zur Umsetzung der Leistungsziele in das Leistungsergebnis ist eine entsprechende effiziente, zielorientierte Projektsteuerung erforderlich. Zu Beginn dieser Phase wird bereits von der Projektgesellschaft der spätere Käufer bzw. Nutzer gesucht und vertraglich gebunden. Die Mietverträge werden meist über 5 bis 10 Jahre abgeschlossen. Damit wird die Rendite der Investition im Vorfeld der Baurealisierung sichergestellt, und die individuellen Bedürfnisse der Nutzer können entsprechend berücksichtigt werden.

Zur Realisierung des Baus kann jede Projektabwicklungsform (Abb. 6.45) herangezogen werden. In den meisten Fällen wird die PPP-Projektgesellschaft aus Risikoüberlegungen und zur Kosten- und Terminsicherung einen TU- bzw. Systemanbieterwettbewerb ausschreiben, bei dem sich ein Totalunternehmer-Architektenteam qualifizieren muss. Damit wird sichergestellt, dass

- die architektonische / städtebauliche Qualität gewahrt bleibt (Gewichtung der Qualität des Architekten),
- die Kosten und Termine durch „design to cost“ garantiert werden,
- eine schnelle phasenübergreifende Realisierung möglich ist.

Die Phase des Betriebs wird meist in zwei Teilphasen wie folgt untergliedert:

- Anfangsphase – Inbetriebsetzung
- Permanentphase – Hauptbetriebsphase

In der Anfangsphase wird oft das Betriebssystem durch die Projektgesellschaft oder das Contracting-Unternehmen optimiert. Oft sind die Mieter zwar gefunden, aber der Verkauf an eine Immobiliengesellschaft etc. ist noch nicht abgeschlossen. In der Permanentphase wird meist das Projekt an eine Immobiliengesellschaft oder einen anderen Käufer, der den Betrieb bzw. das Facility Management durchführt, verkauft. Wird die Immobilie nicht verkauft, gibt die Projektgesellschaft den Betrieb an eine Betreibergesellschaft oder an einen Facility Manager.

6.5.5 PPP-Prozessmodell – Unterhalt von kommunalen Strassennetzen

Für die PPP im Strassenunterhalt bietet sich gemäss Abb. 6.32 als Vertrags- und Organisationsmodell das Betreibermodell (nur Betreiben) im herkömmlichen Sinn an, bei dem die Infrastruktureinrichtung bereits vorhanden ist. Die Strassenverkehrsanlage bleibt im Eigentum der öffentlichen Hand, die auch weiterhin die Finanzierungsfunktion für die Unterhaltsarbeiten übernimmt. Es handelt sich um eine Aufgabenerfüllung eines ganzen öffentlichen Bereichs in der Betriebsphase mit betrieblichen und baulichen Unterhalt sowie Instandsetzung und Erneuerung. Der private Partner wird mittels des Betreibervertrags langfristig zu einer Kooperation gebunden, die als Outsourcingmodell einen geringen bis mittleren Grad an Kooperation ausweist oder als Strategisches Kooperationsmodell mit hohem Bindungsgrad gestaltet werden kann.

Der Prozessablauf einer PPP im Strassenunterhalt, die sich nur mit der Aufgabenerfüllung, dem Betrieb der Strassennetze, und nicht der Beschaffung befasst, ist in Abb. 6.46 dargestellt.
Aus dem Prozessablauf lässt sich denklogisch-deduktiv das Prozessmodell einer PPP entwickeln, das in Abb. 6.47 dargestellt ist.

Das Prozessmodell umfasst folgende Phasen:

- Konzeptphase
- Ausschreibungsphase
- Vergabephase
- Vertragsphase

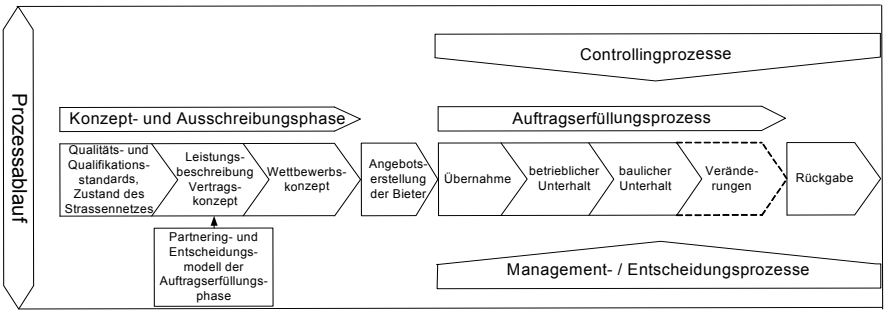


Abb. 6.46: Prozessablauf einer Public Private Partnership im Strassenunterhalt

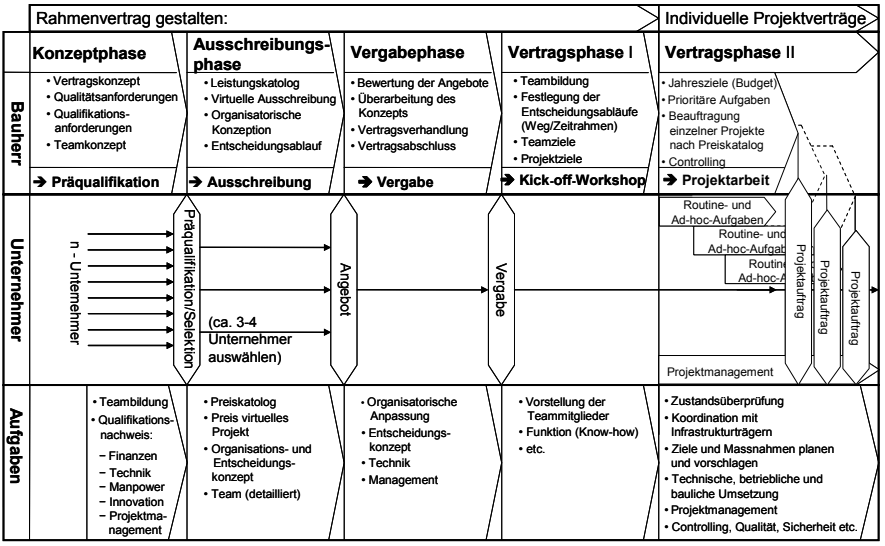


Abb. 6.47: Prozessmodell einer Public Private Partnership

6.5.5.1 Konzeptphase

In der Konzeptphase gilt es, zunächst die Vertragsbasis zu schaffen. Basis einer jeden Kooperation sind definierte Rahmenbedingungen, also die Beschreibung des Vertragsgegenstands hinsichtlich einer Klassifizierung des Strassennetzes nach Nutzungs- und Betriebsklassen, die Definition der Leistungen sowie die Definition von Mindestanforderungen an die Qualität des betrieblichen und baulichen Unterhalts.

Zur Definition des Vertragsgegenstands zählt weiterhin eine detaillierte Zustandserfassung des Strassennetzes zum Zeitpunkt der Initiierung der Partnerschaft bzw. der Übergabe des Betriebs des Strassennetzes an den privaten Partner. Die Zustanderfassung des Strassennetzes wird für den baulichen und betrieblichen Zustand getrennt für die einzelnen Strassenklassen untersucht, die Zustandsentwicklung der Strassen mittels Interpolation abgeschätzt.

Weiterhin umfasst die Zustandserfassung in der Konzeptphase eine generelle, qualitative Betrachtung der baulichen Instandhaltung und Instandsetzung (qualitativ nach Lebenserwartung), die Identifikation und Klassifizierung der Strassenverkehrsanlagen, eine Abschätzung der weiteren Zustandsentwicklung (qualitativ nach Lebenserwartung) sowie langfristige Budgetprognosen. Mittels dieser Zustanderfassung werden die Qualitätsanforderungen an den betrieblichen und baulichen Unterhalt als Vertragsbasis beschrieben. Weiterhin muss die öffentliche Hand die erforderlichen Qualifikationen des Anbieters definieren.

In dieser Konzeptphase muss eine erste LCC-NPV-Wirtschaftlichkeitsanalyse (Kapitel 4.4) erfolgen, basierend auf dem Public Sector Comparator (PSC), den heutigen Eigenkosten und der potenziellen Effizienzabschätzung bei einer PPP-Abwicklung. Bei einer positiven Beurteilung wird die PPP-Ausschreibung fortgesetzt.

Auf der Seite des Unternehmers müssen in dieser vorpartnerschaftlichen Phase das Anbieterteam zusammengestellt und die möglichen Kooperationen zur Leistungserstellung mit Unternehmern und Planern geregelt werden.

6.5.5.2 Ausschreibungsphase

Das Ausschreibungsverfahren läuft zweistufig in der Phase der Präqualifikation und der eigentlichen Ausschreibung ab.

Die Präqualifikationsanforderungen an das Team des Anbieters sind wie folgt untergliedert:

- Kapazität und Know-how des Planers

- Kapazität des Unternehmens in Bezug auf Personal und Geräte
- Erfahrung mit diversen Instandhaltungs- und Instandsetzungstechniken
- Qualifikation des / der Projektmanager(s) sowie der Arbeitsgruppen und deren praktische Erfahrung
- Controllingkonzept des Unternehmens
- Versicherungen und finanzielles Standing des Unternehmens

Die Ausschreibung muss folgende Elemente umfassen:

- Allgemeine Vertragsbedingungen
- Qualitätsbedingungen und zu beachtende Normen, Richtlinien etc.
- Leistungsbeschreibung und Leistungsverzeichnis für die Erstellung des Preiskatalogs
- Zustandserfassungskonzept
- Massnahmen- und Ausführungsplanung
- Ausführung von Massnahmen zur Instandhaltung und Instandsetzung, z.B. lokale Reparaturmassnahmen
- Planen von Alternativen zur Instandhaltung und Instandsetzung

Das Vergütungskonzept basiert auf einer Kombination aus Pauschalen für Routineaufgaben und flexibel zu gestaltenden Beträgen für Ad-hoc-Massnahmen. Grundlegend für die Kosteneffizienz ist hierbei, dass der Anbieter bereits im Rahmen seines Angebots einen Preiskatalog entwickelt, bei dem die Konditionen vor Inanspruchnahme der Ad-hoc-Leistungen seitens der Kommunen fest definiert sind.

Die Preiskataloge enthalten Preise für den betrieblichen und baulichen Unterhalt sowie Regieansätze. Sie können von den Gemeinden in einem virtuellen Pricingmodell verglichen werden. Zur Gestaltung des Pricingmodells werden Anbieterleistungen über virtuelle Vertragsleistungen für einen Zeitraum von beispielsweise fünf Jahren prognostiziert, die Preise für diese Leistungen eingesetzt und miteinander verglichen. Der Vergleich sollte über Bandbreiten mit der Berücksichtigung einer Ober- und einer Untergrenze erfolgen. Das Ergebnis wird durch den Mittelwert gebildet. Dieses Verfahren qualifiziert einen aussagefähigen Preis für die Leistungen im Rahmen einer Partnerschaft.

Zur gegenseitigen Absicherung der Partner kann ein jährliches Minimalbudget für den Strassenunterhalt vertraglich festgelegt werden. Für dieses Minimalbudget muss der Auftragnehmer die periodischen Massnah-

men und weitere von den Gemeinden jährlich neu zu definierende Aufgaben erfüllen. Vorteil dieser Regelung für den privaten Partner ist das jährlich verlässliche Budget; Vorteil für die Gemeinden ist die Flexibilität in der Leistungserfüllung. Sollten unvorhergesehene Ereignisse Ad-hoc-Massnahmen hervorrufen, können diese im Rahmen dieses Minimalbudgets beauftragt werden, ansonsten werden die jährlich festgelegten Unterhaltsleistungen ausgeführt.

6.5.5.3 Wettbewerbsverfahren

Der Auftraggeber einer Partnerschaft, in der Regel die öffentliche Hand, bewertet die Angebote anhand folgender Kriterien qualitativ:

- Konzept der organisatorischen Gestaltung der PPP-Kooperation sowie Konzept des Entscheidungsablaufs zur Entscheidung und Umsetzung der Massnahmen
- Konzept des Projekt-, Umwelt- und Arbeitssicherheits- sowie Qualitätsmanagements
- Konzept des internen / externen Audits bezüglich der im QM-Handbuch niedergelegten organisatorischen Kooperation, der Entscheidungsabläufe sowie der Projekt-, Umwelt- und Arbeitssicherheits- sowie Qualitätsmanagementprozesse
- Vollständigkeit des Preiskatalogs
- Gesamtpreis des virtuellen Projekts
- Virtuelles Bewertungskonzept der Anbieter über die Vertragsperiode mit den Hauptkostenverursachern

Um dem Ziel höchstmöglicher Effizienz in der Leistungserstellung durch eine Partnerschaft Rechnung zu tragen, ist nicht allein der Preis für die Vergabe ausschlaggebend.

Die Entscheidung für ein Angebot sollte daher systematisiert und wertfrei anhand einer Nutzwertanalyse erfolgen, die beispielsweise folgende Aspekte mit der angegebenen Gewichtung berücksichtigt:

- 65 % Kosten des virtuellen Projekts
  (siehe Pricingmodell Kapitel 6.5.5.2)
- 15 % Organisation / Entscheidungsablauf
- 10 % Betriebsbereitschaft / Sicherheit für den Nutzer
- 10 % Qualitätsstandards / Qualitätsmanagement

Ferner wird auf der Grundlage des günstigsten Bieters die Entscheidungs-LCC-NPV-Wirtschaftlichkeitsanalyse (Kapitel 4.4) vorgenommen. Sie erfolgt nun aufgrund des Vergleichs der Cash Drains der PS-Eigenleistung mit den Cash Drains der PPP-Alternative auf der Basis der Angebotspreise (Preiskatalog) und einem vorgegebenen Betriebs- und Unterhaltsszenario über die vorgesehene Vertragszeit. Aufgrund des NPV-Differenzaxioms bzw. NPV-Effizienzaxioms (Kapitel 4.4) wird die endgültige Entscheidung für oder gegen eine PPP gebildet.

Diese klar strukturierte Vorgehensweise reduziert die Kosten der Angebotserstellung und Angebotsbewertung. Zudem sichert sie eine hohe Entscheidungstransparenz in der Vertragsverhandlungs- und Vertragsabschlussphase. Die bei vielen PPP-Projekten fehlende Stringenz führt zu relativ hohen Angebotskosten mit einhergehenden Projektverzögerungen [171]. Dies soll mit dieser Prozessstrukturierung verhindert werden.

6.5.5.4 Vertragsphase

Die Vertragsphase wird in Etablierungsphase und Routinephase gegliedert.

Etablierungsphase

Kommt es zum Abschluss eines PPP-Rahmenvertrags, sollte dieser festlegen, dass

- die Kommune und das Unternehmerteam Partner sind;
- die Kommune über die von dem Unternehmerteam vorgeschlagenen Massnahmen entscheidet;
- die Ausarbeitung der Massnahmen in einem Team erfolgt, das aus mindestens einem Repräsentanten der Kommune und dem Unternehmerteam besteht, und dass das Unternehmerteam für das Projektmanagement verantwortlich ist;
- die Kommune das externe Audit und Qualitätscontrolling bestellt;
- bei Disputen ein Schlichtungsprozess eingehalten werden muss.

Als Zahlungskonzept können monatliche oder vierteljährliche Pauschalen eingesetzt werden. Bei Ad-hoc- und Projektaufträgen ist nach Leistungsfortschritt zu vergüten. Die Vergütung wird zusätzlich über ein Bonus-Malus-System gesteuert, das dem privaten Partner zusätzliche Anreize verschafft. So kann z.B. die Kommune vom privaten Partner Miete für Strassen verlangen, die infolge der Instandsetzungsarbeiten gesperrt oder nur

beschränkt betriebsbereit sind, um so die Dauer der Instandsetzungsarbeiten zu minimieren.

Als Garantieleistung des privaten Partners sollte eine Leistungsausfallgarantie von 5 bis 10 % der Auftragssumme oder des Zweifachen des Jahresmindestumsatzes vereinbart werden.

Die Dauer einer Partnerschaft sollte mindestens fünf bis zehn Jahre betragen, um die Potenziale einer Partnerschaft auszuschöpfen und die erhöhten Transaktionskosten zu rechtfertigen.

Als einziger Vertragsauflösungsgrund sollte ein Mangel an partnerschaftlichem Vertrauen zugelassen werden, um so die Langfristigkeit einer Partnerschaft zu fördern und die Effizienzsteigerung hinsichtlich Lebenszyklusbetrachtung optimieren zu können.

Folgende Tätigkeiten sind zu Beginn der Vertragslaufzeit, in der Etablierungsphase der Partnerschaft, zu regeln:

- Etablierung einer Lenkungsgruppe, bestehend aus Entscheidungsträgern aller Partner und Infrastrukturträger
- Kick-off-Workshop nach Vertragsunterzeichnung über 3 bis 4 Tage zum
  - gegenseitigen Kennenlernen der Teammitglieder
  - Etablieren der Ablauf- und Entscheidungsprozesse
  - Festlegen der Prozeduren und Zeiträume zur Lösung von Disputen
  - Erzielen eines gemeinsamen Teamverständnisses zur partnerschaftlichen Zusammenarbeit
  - Festlegen gemeinsamer Jahresziele für den Aufbau der Partnerschaft
- Anschaffung gemeinsamer Teamarbeitskleidung (Jacken mit Aufschrift) zur Identifikation als Team
- Erarbeitung von Arbeitsprogrammen in Folgeworkshops

Routinephase

In der Routinephase steuert die öffentliche Hand die Leistungen des privaten Partners getrennt nach baulichem und betrieblichem Unterhalt über eine Zustandserfassung, die vom privaten Partner (Auftragnehmer) unter Aufsicht der Kommune durchgeführt wird.

Die Zustandserfassung des Strassennetzes hinsichtlich des baulichen Unterhalts wird in Netzebene und Projektebene unterschieden. Die Netzebene umfasst die langfristig strategisch zu treffenden Entscheidungen, die

vom PPP-Unternehmen für die öffentliche Hand vorbereitet werden. Auf der Projektebene werden konkrete Massnahmen und Projekte vom Auftragnehmer vorbereitet, dem Lenkungsausschuss vorgeschlagen und von der Gemeinde entschieden.

Während der Vertragslaufzeit in der Routinephase hat der private Partner die Zustandserfassung auf Projektebene sowie Priorisierung und die Koordination mit anderen Infrastrukturträgern vorzunehmen.

Baulicher Unterhalt

Die Zustandserfassung auf Netzebene umfasst die Fortführung der generellen, qualitativen Betrachtung der baulichen Instandhaltung und Instandsetzung (qualitativ nach Lebenserwartung), die Identifikation und Klassifizierung der Strassenverkehrsanlagen, eine Abschätzung der weiteren Zustandsentwicklung (qualitativ nach Lebenserwartung) sowie langfristige Budgetprognosen aus der Konzeptphase. Ziel der Zustandserfassung auf Netzebene für den baulichen Unterhalt ist die Erfassung des jährlichen Wertverlusts des bestehenden Strassennetzes.

Die Zustandserfassung durch den privaten Partner für den baulichen Unterhalt auf Projektebene umfasst eine quantitative Erfassung der Netzqualität und die Selektion der Projekte. Sie läuft wie folgt ab:

- Zustandserfassung und Bewertung (quantitativ Ist-Zustand)
- Priorisierung
- Schadensursachen / Ermittlung von Lösungsvorschlägen
- Kostenermittlung
- Koordination der Infrastrukturen im Strassenkörper
- kurz- und mittelfristige Budgetplanung

Das Ziel der Zustandserfassung auf Projektebene ist die Feststellung der zu realisierenden Massnahmen.

Dem baulichen Unterhalt liegt das ökonomische Konzept zugrunde, dass der bauliche Zustand auf 80 % bis 90 % des Ideal-Sollzustands zu halten ist, und 10 % bis 20 % für eine effiziente Erneuerungsdisposition mit anderen Infrastrukturträgern bereitgehalten werden.

Die Massnahmenplanung für den baulichen Unterhalt wird in einem rollierenden Massnahmenplan für bis zu fünf Jahre vollzogen. Dieser enthält den akuten sowie den mittelfristigen Handlungsbedarf der verschiedenen Infrastrukturträger. Zwischen den Infrastrukturträgern werden koordinierte

Abstimmungssitzungen sowohl kurzfristig als auch in regelmässigen Intervallen seitens des privaten Partners (Auftragnehmer) durchgeführt.

Das Ziel der rollierenden Massnahmenplanung zur Koordination der Infrastrukturträger ist die Zusammenfassung der über mehrere Jahre zu leistenden Massnahmen innerhalb eines Zeitfensters zu einem gemeinsamen Zeitpunkt, so dass eine Kostenoptimierung möglichst aller Träger erreicht wird. Abb. 6.48 zeigt das mögliche Instandhaltungsfenster.

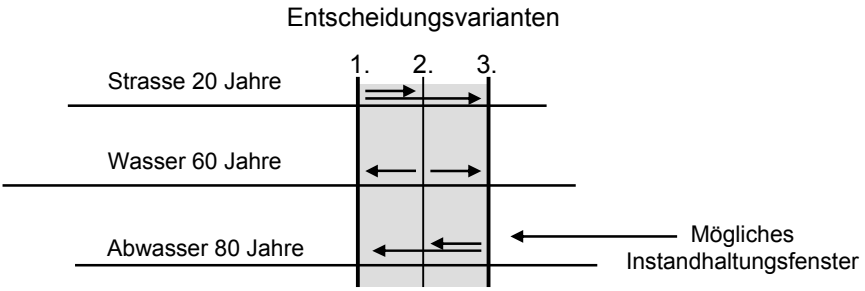


Abb. 6.48: Koordination eines Unterhaltsbedarfs der Infrastrukturträger im Instandhaltungsfenster

Bei der Koordination der Infrastrukturträger gibt es verschiedene Entscheidungsvarianten zur Kostenoptimierung, die in Abb. 6.48 dargestellt sind.

Entscheidungsvariante 1: Der Unterhaltsbedarf der Strasse ist massgebend; die Massnahmen an Wasser- und / oder Abwasserleitungen werden vorgezogen.

Entscheidungsvariante 2: Der Schaden an der Strasse wird kurzfristig repariert und die Hauptsanierungsmassnahme dem Zeitpunkt der Sanierung der Trinkwasserleitung angepasst. Massnahmen an der Abwasserleitung können ggf. vorgezogen werden.

Entscheidungsvariante 3: Massnahmen an Strasse und Wasserleitungen werden ggf. durch Reparaturen verzögert und den Abwasserleitungen angepasst.

Die Massnahmenabstimmung im baulichen Unterhalt zwischen den Infrastrukturträgern hat zum einen eine Gesamtkostenoptimierung auf Lebenszeit der Infrastruktur unter Beachtung der Gesamtkosten auf fragmentierter Ebene bei unterschiedlichen Trägern und zum anderen die Abstimmung der Massnahmen mit der Budgetplanung der Träger zum Ziel, so dass konkrete Projekte festgelegt werden können.

Von den langfristig planbaren Massnahmen müssen die Ad-hoc-Massnahmen, die konkreten Störfälle, unterschieden werden. Diese müssen finanziell vom Träger der gestörten Infrastruktur getragen werden. Der ver-

antwortliche Infrastrukturträger unterliegt einer Informationspflicht gegenüber den anderen Infrastrukturträgern, um mögliche konzentrierte Massnahmen verschiedener Träger durchzuführen.

Betrieblicher Unterhalt

Für die Zustanderfassung im betrieblichen Unterhalt müssen Qualitätsstandards an die Sauberkeit und die Betriebsbereitschaft des Strassennetzes in Abhängigkeit von Prioritäten seitens der öffentlichen Hand definiert werden (Output-Orientierung).

Die Leistungen im betrieblichen Unterhalt umfassen Ad-hoc- und periodische Massnahmen. Die Ad-hoc-Massnahmen werden aufgrund naturbedingter Ursachen (Schneefall, Regen etc.), menschbedingter Ursachen, geplanter Ereignisse (Strassen- oder Stadtfeste) sowie ungeplanter Ereignisse (Unfall, spontane Veranstaltungen) hervorgerufen. Periodische Massnahmen umfassen Reinigung, Grünpflege etc.

Die Steuerung der periodischen Massnahmen erfolgt nicht anhand von zeitlichen Intervallen, sondern output-orieniert über vertraglich definierte Qualitätsstandards. So kann z.B. der vertraglich definierte Sauberkeitsstandard der Strassen mittels eines Sauberkeitsindexes geregelt werden. Je nach Kategorie der Strasse ist die Sauberkeit unterschiedlich hoch priorisiert. Die Prüfung der Sauberkeit erfolgt anhand eines gemeinsam von beiden Partnern definierten Bewertungskatalogs stichprobenartig durch die öffentliche Hand.

Neben der Zustandserfassung schlägt der private Partner Jahresziele mit Budget vor, erfüllt Routine- und Ad-hoc-Aufgaben sowie die beauftragten Leistungen des baulichen Unterhalts. Die Aufgaben des öffentlichen Partners sind die Bewertung der Jahresziele, die Festlegung der zu beauftragenden Leistung und des Budgets sowie die Kontrolle der Leistung (delegierbar an Ingenieurbüros).

6.5.5.5 Organisationelle PPP-Struktur

Die Leistungsanbieter werden sich zu einer Projektgesellschaft „Privater Leistungsanbieter“ zusammenschliessen. Diese Projektgesellschaft umfasst als Kooperationspartner die Schlüsselunternehmer für den jeweiligen situativen Leistungsumfang, den die öffentliche Hand als PPP-Auftrag ausschreibt.

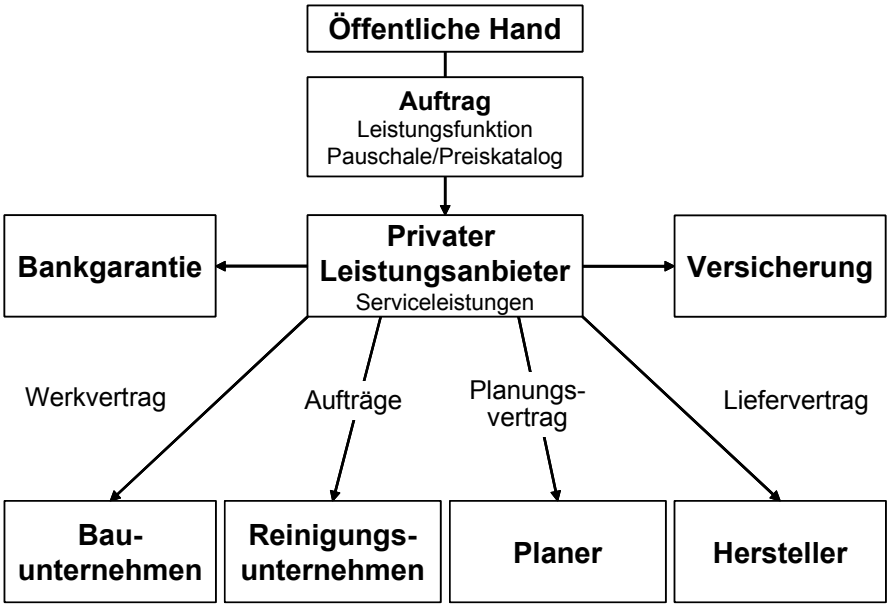


Abb. 6.49: PPP-Outsourcingmodell bzw. Kooperationsmodell – Vertragsstruktur

Die Projektgesellschaft bindet wiederum ihre Muttergesellschaft und relevante Subunternehmen mittels Aufträgen und Werkverträgen. Zudem müssen Versicherungen und Banken zur Sicherung der Garantieleistungen eingebunden werden (Abb. 6.49).

Die kooperative Interaktion der öffentlichen Hand und des Leistungsanbieterteams ist in Abb. 6.37 dargestellt.

6.5.6 PPP-Prozessmodell – Unterhalt / Instandhaltung eines kommunalen Abwassernetzes

In einer dänischen Gemeinde hat man sich im Jahr 2000 entschlossen, den Unterhalt und die Instandsetzung des kommunalen Abwassernetzes im Rahmen einer Public Private Partnership (PPP) auf Contracting-Basis durchzuführen.

Das Ziel der Gemeinde war es, den Betrieb der öffentliche Ver- und Entsorgungsanlagen hocheffizient in Bezug auf Kostenminimierung, Versorgungs- und Entsorgungssicherheit sowie life-cycle-orientierten Unterhalt sicherzustellen. Daraus leitete man ab, dass eine eigene Unterhalts- und Instandhaltungsabteilung für Untersuchung, Planung und Ausführung aus Effizienz- und Auslastungsgründen nicht in Frage kam. Ferner hatte man aus der traditionellen, sequenziellen Einzelleistungsträgerabwicklung

die Erfahrung gemacht, dass zwischen Bauherr, Planer und Ausführungsunternehmer keine Synergien entstanden. Besonders im Bereich Instandsetzung ist eine stürmische, innovative Entwicklung im Gang, die ein einzelner Fachplaner für eine Stadt / Gemeinde in Bezug auf Materialarten, Bauverfahren unter Betrieb, Dauerhaftigkeit und Umweltverträglichkeit oft nicht übersieht. Dieses Wissenspotenzial wollte man nutzen; dafür gab es folgende Optionen (Abb. 6.50):

- Vergabe einzelner grosser Instandsetzungsmassnahmen im Rahmen eines zweistufigen *TU-Wettbewerbs*
- Vergabe des Netzes mit Vorgabe über die Betriebsqualität an einen Unternehmer auf der Basis eines *Betreibervertrags* zur Sicherstellung der Betriebsbereitschaft (Unterhalt und Instandsetzung) gegen eine fixe Jahrespauschale für eine Vertragsperiode von 5 / 10 / … Jahren
- Sicherstellung der Betriebsbereitschaft durch ein *PPP-Contracting* auf der Basis der Vergabe pauschalierter Leistungen

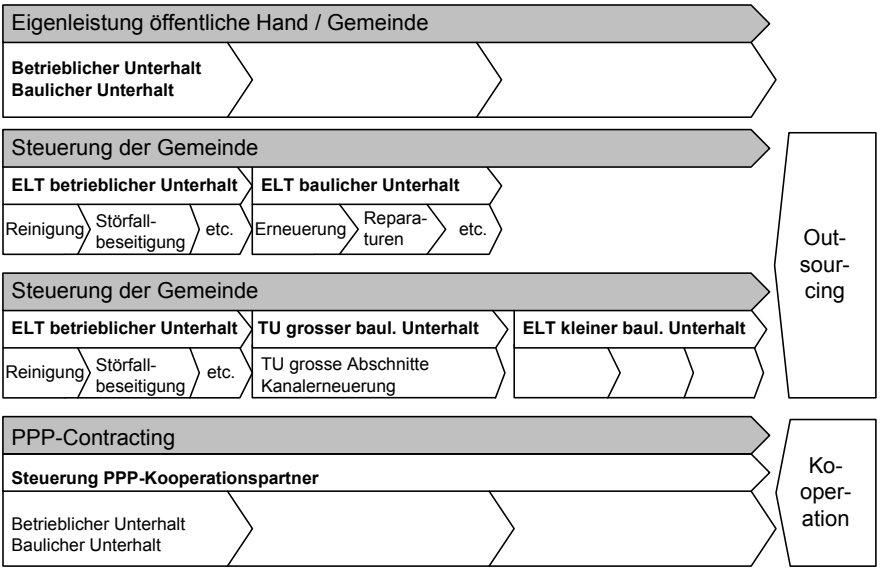


Abb. 6.50: Varianten zur Abwicklung kommunaler Aufgaben

Die *Variante*, grössere Instandsetzungsmassnahmen im *TU-Wettbewerbsverfahren* auf der Basis funktionaler Ausschreibungen zu vergeben, macht partielle Synergien aus innovativen Entwicklungen nutzbar. Auf der Basis von Funktionalitäts- und Qualitätsanforderungen können die präqualifi-

zierten Unternehmer ihre innovativen Materialien und Bauverfahren einbringen. Die Bewertung der Wettbewerbslösungen erfolgt nach:

- Verträglichkeit zur natürlichen Umwelt (Boden, Grundwasser etc.)
- Verträglichkeit zur künstlich geschaffenen Umwelt (Minimum an Störungen des öffentlichen Verkehrs und der Anwohner)
- Dauerhaftigkeit und Reparaturfähigkeit der Instandsetzungsmassnahme sowie Entsorgungsmöglichkeit nach Erreichen der Lebensdauer
- Investitionskosten (Pauschalpreis)

Die Bewertung erfolgt gemäss einer Nutzwertanalyse, wobei die vier Punkte im Verhältnis 20 / 20 / 30 / 30 bewertet werden, um die „beste" Lösung in Auftrag zu geben. Bei dem TU-Vergabekonzept muss die Stadt / Gemeinde jedoch eigene Unterhalts- / Instandhaltungsmannschaften mit den Problemen der Effizienz und der Auslastung bei festem Personalbestand beschäftigen.

Die *Variante* der Vergabe des Unterhalts, der Instandhaltung und Instandsetzung auf der Basis eines *Betreibervertrags* mit fixer Jahrespauschale zur Sicherstellung der Betriebsbereitschaft kam aus folgenden Gründen nicht in Frage:

- Die Definition der Betriebsqualität eines Abwassernetzes ist relativ schwierig, da es bis heute keine ausreichenden, systematischen Anforderungen gibt, auf die man zur Gestaltung eines Vertrags und der erforderlichen Controllingmassnahmen zurückgreifen konnte.
- Die Beschreibung der Leistung zur Bildung von Pauschalen ist aufgrund unzureichender Zustandserfassung und des Umfangs einer solchen Auswertung nicht ausreichend.
- Es ist schwierig zu definieren, wann der Zustand noch tolerierbar und wann eine Massnahme erforderlich ist.

Ein solches Konzept enthält noch zu viele spekulative Elemente, um die Risiken kostenmässig in einer Win-Win-Situation zu bewerten.

Die *Variante PPP-Contracting* auf der Basis der Vergabe pauschalierter Leistungen ermöglicht einerseits, die Vorteile von privatem, effizienzgetriebenem Unterhalt sowie privater, effizienzgetriebener Instandhaltung und Instandsetzung zu nutzen, und hat andererseits den Vorteil, dass der Besitzer und Bereitsteller des Netzservices für den Kunden die Funktionalität und Betriebssicherheit selbst bestimmt. Ferner kann er gezielt auf das Know-how des spezialisierten Partnerunternehmens in der Planungsphase

zurückgreifen. Im Folgenden soll dieses PPP-Contracting-Abwicklungsverfahren (Abb. 6.51) erläutert werden.

In der Konzeptphase wurde eine LCC-NPV-Wirtschaftlichkeitsschätzung, (Kapitel 4.4) basierend auf den Eigenkosten der öffentlichen Hand (PSC) und den vermuteten PPP-Effizienzfaktoren, durchgeführt. Nach der positiven Beurteilung wurde das Wettbewerbsverfahren durchgeführt.

Zur Auswahl des privaten Partners wurde ein zweistufiges Wettbewerbsverfahren wie folgt durchgeführt:

- Präqualifikation der Unternehmen
- Leistungs- und Preiswettbewerb der Unternehmen

Ausschreibungsverfahren

Die Entsorgungsbehörde führte das Wettbewerbsverfahren mit einem Bauherrenberater durch. Die Präqualifikation hatte das Ziel, dass die sich bewerbenden Unternehmer mit einem auf diesem Gebiet erfahrenen Planer ein Team bilden. In der Präqualifikation wurde das Team bewertet nach:

- Profil, Erfahrung und Know-how des Unternehmens und des Planers auf dem Gebiet Instandhaltung und Instandsetzung von Abwassernetzen
- Qualifikation des Teams untergliedert in:
  - Kapazität und Know-how des Planers
  - Kapazität des Unternehmens in Bezug auf Personal und Geräte
  - Erfahrung mit diversen Instandhaltungs- und Instandsetzungstechniken
  - Qualifikation des / der Projektmanager(s) sowie der Arbeitsgruppen und deren praktische Erfahrung
  - Controllingkonzept des Unternehmens
  - Versicherungen und finanzielles Standing des Unternehmens

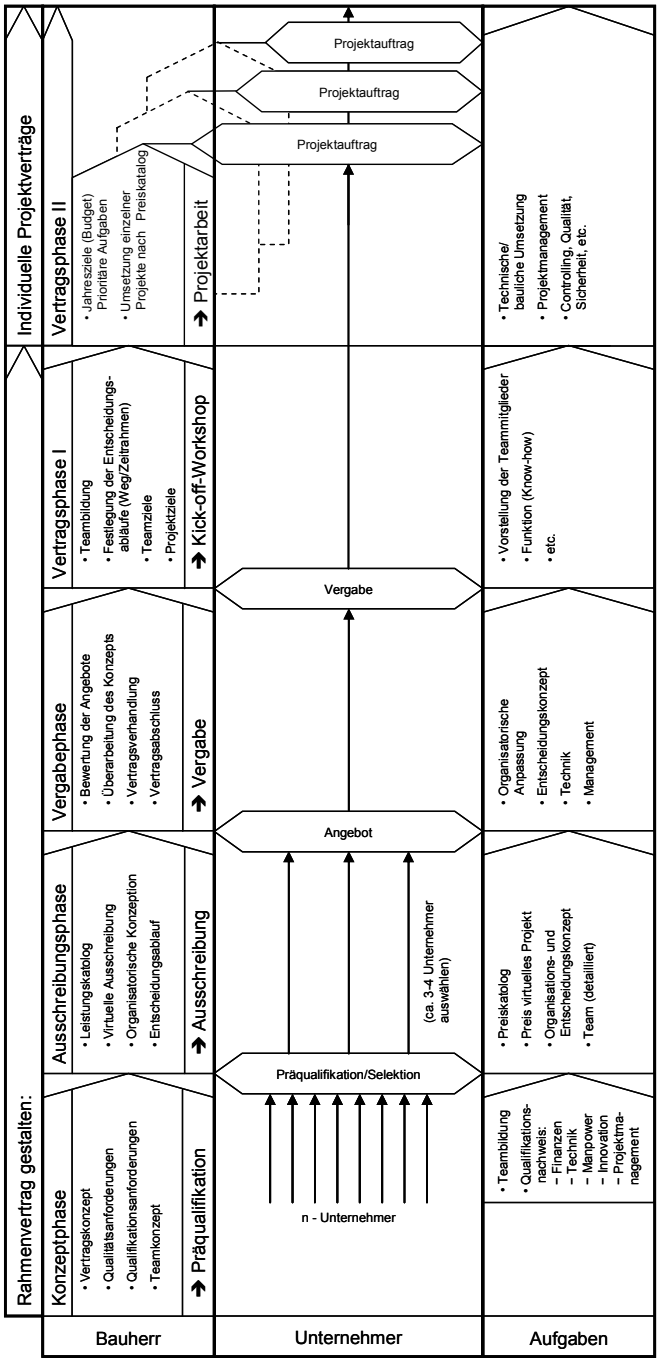


Abb. 6.51: Contracting von baulichen Anlagen – Projektphasen

Die Teams wurden nach diesen sowie nach K.O.-Kriterien bewertet. Die Gewichtung der Kriterien erfolgte im Verhältnis 30/70. Für die qualifizierten Gruppen / Teams wurde eine Ausschreibung vorbereitet, die folgende Elemente umfasste:

- Allgemeine Vertragsbedingungen
- Spezielle Vertragsbedingungen für „schlüsselfertige“ Leistungen
- Qualitätsbedingungen und zu beachtende Normen, Richtlinien etc.
- Ausarbeitung einer Leistungsbeschreibung und eines Leistungsverzeichnisses für die Erstellung eines Preiskatalogs für
  - Kanalinspektionen und Zustandserfassung
  - Planen von Alternativen zur Instandhaltung und Instandsetzung
  - Massnahmen- und Ausführungsplanung
  - Ausführung von Massnahmen zur Instandhaltung und Instandsetzung, z.B.
    - lokale No-Dig-Instandsetzungen von Rohrleitungen und Anschlüssen
    - Instandsetzung von Inspektionsschächten
    - lokale Reparaturmassnahmen
    - Inliner-Installation etc.

Für die Ausführung mussten verschiedene Varianten, die dem innovativen, technologischen Stand der Praxis entsprachen, angeboten werden.

In all diesen Pauschalen des Preiskatalogs mussten alle zur Zielerreichung notwendigen Leistungen wie z.B.

- Projektmanagement mit Überwachung, Koordination und Termin-, Kosten- und Zielerreichungscontrolling
- Qualitätsmanagement
- Umwelt- und Arbeitssicherheit

abgegolten sein.

Da ein Preiskatalog bezüglich der einzelnen Pauschalsummen schwer bzw. kaum zur Bewertung des optimalen Preis-Leistungsverhältnisses der Bieter herangezogen werden kann, wurde eine virtuelle Leistung ausgeschrieben, auf die die Bieter ihren Preiskatalog zur Ermittlung des Gesamtpreises der ausgeschriebenen virtuellen Leistung anwenden mussten. Die virtuelle Ausschreibung enthielt antizipierte Leistungen, die der Bauherr und der

ihn beratende Ingenieur als typisch identifiziert hatten, die durch eine hohe Auftretenswahrscheinlichkeit gekennzeichnet waren und die kostenmässig zu den Hauptkostenverursachern zählten. Auf dieser Basis wurden für einen virtuellen Netzabschnitt relevante Arbeiten ausgeschrieben und unter Zugrundelegung des günstigsten Bieters die endgültige LCC-NPV-Wirtschaftlichkeitsprüfung über die Vertragslaufzeit durchgeführt. Mit Hilfe des NPV-Differenzaxioms und NPV-Effizienzaxioms wurde die Eigenleistung der öffentlichen Hand mit der PPP-Leistung verglichen. Nach positiver Bewertung der PPP nach den vorgegebenen Kriterien erfolgte die endgültige Bewertung der PPP-Bieter. Zu Bewertung der präqualifizierten Teams wurden folgende Kriterien zur Selektion des privaten Partners herangezogen:

- Konzept der organisatorischen Gestaltung der PPP-Kooperation sowie Konzept des Entscheidungsablaufs zur Entscheidung und Umsetzung der Massnahmen
- Konzept des Projekt-, Umwelt- und Arbeitssicherheits- sowie Qualitätsmanagements
- Konzept des internen / externen Audits bezüglich der im QM-Handbuch niedergelegten organisatorischen Kooperation, der Entscheidungsabläufe sowie der Projekt-, Umwelt- und Arbeitssicherheits- sowie Qualitätsmanagementprozesse
- Vollständigkeit des Preiskatalogs
- Gesamtpreis des virtuellen Projekts

Die Angebote wurden nicht nur nach dem Preis bewertet, sondern einer Nutzwertanalyse unterzogen, in der die obigen Kriterien wie folgt bewertet wurden:

- 15 % Organisation / Entscheidungsablauf
- 25 % Projekt-, Umwelt- und Arbeitssicherheits-, Qualitätsmanagement
- 10 % Audit
- 10 % Vollständigkeit des Preiskatalogs
- 40 % Gesamtpreis eines virtuellen Projekts

Das Unternehmerteam mit den höchsten Nutzwerten – unter Beachtung der Teamqualifikation aus der Präqualifikation – erhielt den Zuschlag.

Vertragsabschluss

Der PPP-Rahmenvertrag wurde für drei Jahre abgeschlossen. Im Vertragsschreiben wurde als einziges Auflösungskriterium „Mangel an partnerschaftlichem Vertrauen" genannt. Der PPP-Rahmenvertrag legte fest, dass

- der Abwasserverband und das Unternehmerteam Partner sind;
- der Abwasserverband über die von dem Unternehmerteam vorgeschlagenen Massnahmen entscheidet;
- die Ausarbeitung der Massnahmen in einem Team erfolgt, das aus mindestens einem Repräsentanten des Abwasserverbandes und dem Unternehmerteam besteht, und dass das Unternehmerteam für das Projektmanagement verantwortlich ist;
- der Abwasserverband das externe Audit und Qualitätscontrolling bestellt;
- bei Disputen ein Schlichtungsprozess eingehalten werden muss.

Ferner liegen dem PPP-Rahmenvertrag die Angebotsgrundlagen und der Preiskatalog zugrunde.

Durchführung des Vertrags

Für jede beschlossene Massnahme wird ein individueller Vertrag auf der Basis des Preiskatalogs abgeschlossen; diese Verträge basieren auf dem Rahmenvertrag. Um das partnerschaftliche Verständnis für die Zusammenarbeit im Rahmen des PPP-Rahmenvertrags zu etablieren, wurden folgende Massnahmen durchgeführt:

- Etablierung einer Lenkungsgruppe, bestehend aus Entscheidungsträgern aller Partner
- Kick-off-Workshop nach Vertragsunterzeichnung über 3 bis 4 Tage zum
  - gegenseitigen Kennenlernen der Teammitglieder
  - Etablieren der Ablauf- und Entscheidungsprozesse
  - Festlegen der Prozeduren und Zeiträume zur Lösung von Disputen
  - Erzielen eines gemeinsamen Teamverständnisses zur partnerschaftlichen Zusammenarbeit
  - Festlegen gemeinsamer Jahresziele für den Aufbau der Partnerschaft

- Anschaffung gemeinsamer Teamarbeitskleidung (Jacken mit Aufschrift) zur Identifikation als Team
- Erarbeitung von Arbeitsprogrammen in Folgeworkshops

6.5.7 PPP-Kontraktmodelle im Rahmen von Konzessionsprojekten

6.5.7.1 Einleitung

Unter bestimmten Rahmenbedingungen kann es für einen Staat, einen Kreis, ein Land und den Bund zweckmässig sein, Planung, Finanzierung, Bau und Betrieb einer öffentlichen Infrastrukturanlage eines spezifischen öffentlichen Bereichs in die Hand einer privatwirtschaftlichen Projektgesellschaft zu legen [172], [173]. Dies geschieht über einen Konzessionsvertrag, der u.a. die Konzessionszeit und die Gebühren festlegt, die die Projektgesellschaft (Konzessionsnehmer) für die Benutzung der Anlage erheben darf, um daraus die Projektkosten (Amortisation, Kapital- und Betriebskosten) zu decken und ihren Gewinn zu generieren. Ist die Konzessionszeit abgelaufen, so fällt das Projekt meist zu festgelegten Konditionen an den Konzessionsgeber; dies ist oft der Staat.

Für diese Art der Projektdurchführung gibt es verschiedene Modelle (Tabelle 5), von denen das bekannteste das BOT-Modell (**B**uild **O**perate **T**ransfer) ist. Dabei wird ein Projekt von einer privaten Betreibergesellschaft gebaut (Build), betrieben (Operate) und nach Ablauf der Konzessionszeit an den Staat übergeben (Transfer). Die Bezeichnungen der jeweiligen Varianten beschreiben deren Hauptelemente in ihrer zeitlichen Abfolge, so dass sich weitere Erläuterungen an dieser Stelle erübrigen.

PPP-Kontraktmodelle sind geeignet für Projekte aus den Bereichen:

- Öffentliche Einrichtungen (z.B. Schulen, Sportanlagen, Gefängnisse)
- Energie (z.B. Kraftwerke)
- Verkehr (z.B. Tunnel, Brücken, Strassen, Schienenwege, Flughäfen, Parkhäuser)
- Umwelt (z.B. Kläranlagen, Deponien, Wasser- und Abwasserversorgung)
- Telekommunikation (z.B. Mobiltelefonnetze)

Diese PPP-Kontrakt-Modelle im Rahmen einer Konzession haben die folgenden, in Abb. 6.39 dargestellten konstituierenden Merkmale:

- Cashflow-bezogene Kreditfinanzierung (Rückzahlungen im Rahmen des potenziellen wahrscheinlichen Projekt-Cashflows)
- Unternehmensbilanzneutrale Finanzierung über die Projektgesellschaft
- Risikoteilung zwischen den Partnern

Tabelle 5: Arten von PPP-Kontraktmodellen [174]

BOT	**B**uild **O**perate **T**ransfer
BOR	**B**uild **O**perate **R**enewal of **C**oncession
BOO	**B**uild **O**wn **O**perate
BOOT	**B**uild **O**wn **O**perate **T**ransfer
BTL	**B**uild **T**ransfer **L**ease
BLT	**B**uild **L**ease **T**ransfer
BRT	**B**uild **R**ent **T**ransfer
BT	**B**uild **T**ranfer
BTO	**B**uild **T**ransfer **O**perate
DBFO	**D**esign **B**uild **F**inance **O**perate
DBO	**D**esign **B**uild **O**perate
DCMF	**D**esign **C**onstruct **M**anage **F**inance
MOT	**M**odernise **O**perate **T**ransfer
ROO	**R**enovate **O**wn **O**perate
ROT	**R**enovate **O**wn **T**ransfer

Die Projektgesellschaft erwirtschaftet durch Erhebung von Nutzungsgebühren oder den Verkauf eines Gutes wie z.B. elektrischer Energie Einnahmen; daraus muss sie die Bau-, Finanzierungs-, Betriebs- und Unterhaltskosten sowie ihren Gewinn erwirtschaften. Die Eigenkapitalrendite (Grössenordnung ca. 20 %) sollte den damit verbundenen hohen Projektri-

siken entsprechen. Bietet ein Projekt in Ausnahmefällen keine hinreichenden Einnahmemöglichkeiten für die Betreibergesellschaft, so sind entsprechende Unterstützungskonzepte durch den Staat, z.B. in Form von Subventionen, Bürgschaften oder Risikobegrenzungen, notwendig oder das Projekt muss vom Staat durchgeführt werden.

Bei BOT-Projekten [173] ist es wichtig, dass der Wettbewerb lebenszyklusorientiert ist und sich auf die Planungs-, Bau- und Betriebsphase bezieht; man bezeichnet ihn als Systemanbieterwettbewerb [84]. Die Gebühren, die der Konzessionsnehmer von den Nutzern erheben darf, sind einschliesslich der notwendigen Anpassungsregelungen im Konzessionsvertrag festgelegt. Damit verhindert der Konzessionsgeber auch, dass aufgrund der Monopolstellung, die BOT-Projekte oft haben, unangemessen hohe Gebühren verlangt werden können. Andererseits kann der Konzessionsvertrag ggf. auch die Garantie durch den Staat enthalten, dass keine Konzessionen für eventuelle Konkurrenzprojekte vergeben werden.

Die erforderlichen Randbedingungen für ein PPP-Kontraktmodell, die ein Staat erfüllen sollte, sind:

- Politische Stabilität
- Ermächtigende Gesetzgebung
- Glaubwürdige gesetzliche Rahmenbedingungen
- Bewiesene politische und administrative Unterstützung
- Potenzial an wirtschaftlicher Entwicklung

Ferner dienen zugesicherte staatliche Garantien zur projektspezifischen Abdeckung von Risiken als Anreiz für Investoren, diese können z.B. sein:

- Zugesicherte Mindesteinnahmen aus dem Betrieb
- Verhinderung von konkurrenzierenden Objekten
- Wirtschaftlich angepasste Festlegung der Gebühren durch den Betreiber
- Subventionierung der Einkünfte
- Schutz der Währung bei Umtausch
- Inflationsgarantie
- Abdeckung von unversicherbaren höheren Gewalten

6.5.7.2 Projektorganisationsformen bei PPP-Kontraktmodellen

BOT-Projektorganisationen [173] und -Zusammenarbeitsformen sind nicht aufgabengetrennt, sondern prozessorientiert aufgebaut. Die Organisationen und Zusammenarbeitsformen in den einzelnen Phasen des Projektablaufs sind in Abb. 6.52 dargestellt. Dabei wird versucht zu erreichen, dass die Projektbeteiligten in den einzelnen Phasen aufgabenorientiert zusammenarbeiten und somit ihre Fähigkeiten für das Gelingen des Projekts entfalten.

Die primären Projektpartner (Abb. 6.53) sind der Konzessionsgeber (meist ein Staat) und der Konzessionsnehmer (Projektgesellschaft).

Die Projektgesellschaft selbst ist zur aufgabenorientierten Realisierung meist in ein Netzwerk von Projektpartnern eingebunden, die sich aus den Aktionären, Kreditgebern, bauausführenden Unternehmen, Betreibern etc. zusammensetzen. Die Projektgesellschaft muss die vertraglich vereinbarten Anforderungen des Konzessionsgebers erfüllen und den Kunden (Benutzer) in den Mittelpunkt ihres Leistungsangebots stellen, damit ein solches Projekt ein Life-Cycle-Erfolg wird.

Projektgesellschaft

Die Projektgesellschaft ist der Konzessionsnehmer des BOT-Projekts; ihre Rechte und Pflichten sind im Konzessionsvertrag, den sie mit dem Konzessionsgeber (Regierung, Versorgungsgesellschaften) abschliesst, geregelt. Sie muss zu Beginn die Nachfragesituation untersuchen, Machbarkeitsstudien vorbereiten und ein Angebot ausarbeiten. Die Aktionäre der Projektgesellschaft müssen ausreichend Eigenmittel bereitstellen, um die weitere Finanzierung sicherzustellen. Die Projektgesellschaft ist eine Beteiligungsgesellschaft, die meist für weitere, am Projekt interessierte Aktionäre offen ist. Weiter dient die Projektgesellschaft dazu, die Anleihen zur Finanzierung des Projekts (neben den eingebrachten Eigenmitteln) zu besorgen. Deswegen sind oftmals die Investoren, in erster Linie Banken und Versicherungen, direkt in der Projektgesellschaft vertreten, wo sie als finanzielle Berater wirken. In Spezialfällen ist es möglich, dass sich der Konzessionsgeber (z.B. bei Energieversorgern) direkt mit Eigenmitteln an der Projektgesellschaft beteiligt. Im Rahmen der Finanzmittelbeschaffung mittels weltweit agierender Investitionsunternehmen wird durch deren Prüfung eine zusätzliche Sicherheit gegenüber ökonomischen Fehlern geschaffen.

Bauunternehmen

Oft ist das Bauunternehmen auch Mitglied der Projektgesellschaft. Es kann auch Mitglied in einem Baukonsortium sein, das das Projekt als Construction Manager mit Ingenieur- bzw. Bauvertrag, General- oder Totalunternehmer ausführt. Für das federführende Unternehmen einer Projektgesellschaft bzw. eines Projekts sind grosse Erfahrung und genügende Eigenmittel unabdingbar.

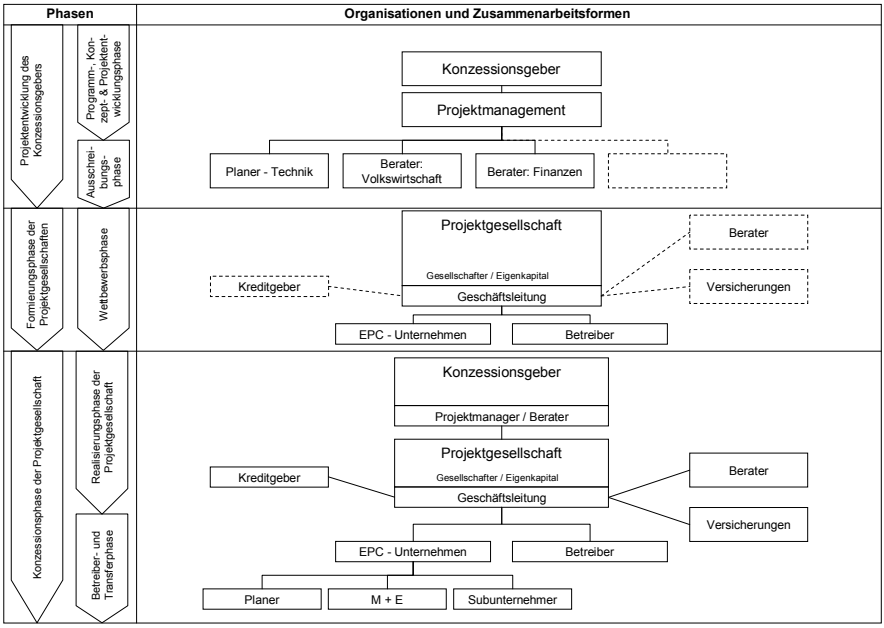


Abb. 6.52: BOT-Projektablauf – Organisationen und Zusammenarbeitsformen in den Projektphasen

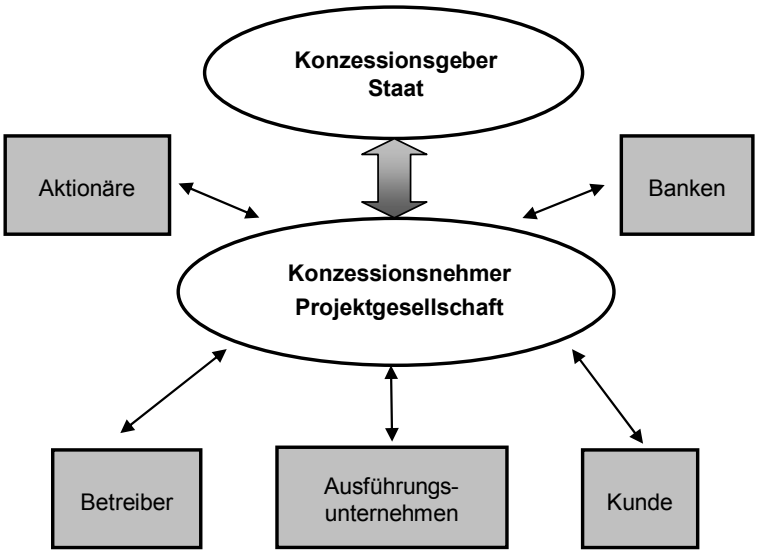


Abb. 6.53: Projektorganisationsform eines PPP-Kontraktmodells (z.B. BOT) [173]

Ausrüster / Zulieferer

Bei Anlagen mit einem hohen Grad an technischer Ausrüstung (30–40 % der Kosten), die – wie z.B. fossile Kraftwerke oder Bahnanlagen – Schlüsseltechnologien enthalten, kann es wertvoll sein, dass der Ausrüster in der Projektgesellschaft Einsitz nimmt, damit er sein Know-how entfalten kann. Sobald die Ausrüstung eine sekundäre Stellung einnimmt und / oder technologisch von verschieden Unternehmen am Markt angeboten wird, kann es vorteilhaft sein, dass der Anlagenbauer als Nachunternehmer des Bauunternehmens beteiligt wird.

Investoren

Investoren bringen ihre Eigenmittel in das Projekt ein. Das ist, je nach Projekt, mit einem gewissen Risiko verbunden, da diese Mittel bei Misslingen des Projekts verloren gehen, jedoch wird der Investor bei Erfolg durch angemessene Gewinne belohnt. Als Investoren treten private Investoren, Bauunternehmen, Ausrüstungsfirmen und andere am Projekt Beteiligte auf. Ihr Gewinn bildet sich aus den Nettoeinkünften, die das Projekt erwirtschaftet.

Kreditoren

Die Kreditoren sind meist Banken und Versicherungen. Die Investoren müssen genügend Eigenmittel als ausreichende Sicherheit für langfristige Darlehen und Anleihen einbringen. Das Verhältnis von Eigenmitteln zu Krediten ist abhängig vom Risiko, das von den Kreditoren getragen werden soll.

Betreiber

Aufgrund der Konzession, die die Projektgesellschaft vom Konzessionsgeber erworben hat, ist es ihr möglich, einen geeigneten Betreiber zu suchen. Da es wichtig ist, dass der Betreiber ein eigenes Interesse am Erfolg hat, wird er oft als Investor und Partner in die Projektgesellschaft eingebunden.

Berater

Konzessionsgeber sowie Konzessionsnehmer setzen meist Berater ein, um die komplexen technischen, wirtschaftlichen und rechtlichen Aspekte für die Beteiligten zu klären. Auch die Investoren / Aktionäre setzen ihrerseits Berater ein, um die finanzielle Durchführbarkeit zu überprüfen. Während der Realisierungsphase wird der Konzessionsgeber meist durch einen Consultant vertreten, der die Planung und Bauausführung bezüglich der vertraglich vereinbarten Leistungen überwacht.

Interessen der Projektpartner

Die primären Projektpartner lassen sich in Leistungsbezieher und Leistungserbringer aufteilen. Diese verfolgen oft diametrale Interessen (Abb. 6.54), z.B. möchte der Staat als Konzessionsgeber eine hohe Versorgungssicherheit mit möglichst geringen, sozial verträglichen Preisen gewährleisten; das Ziel der privaten Leistungserbringer dagegen besteht im Wesentlichen darin, mit möglichst geringem Risiko einen hohen Gewinn zu erzielen.

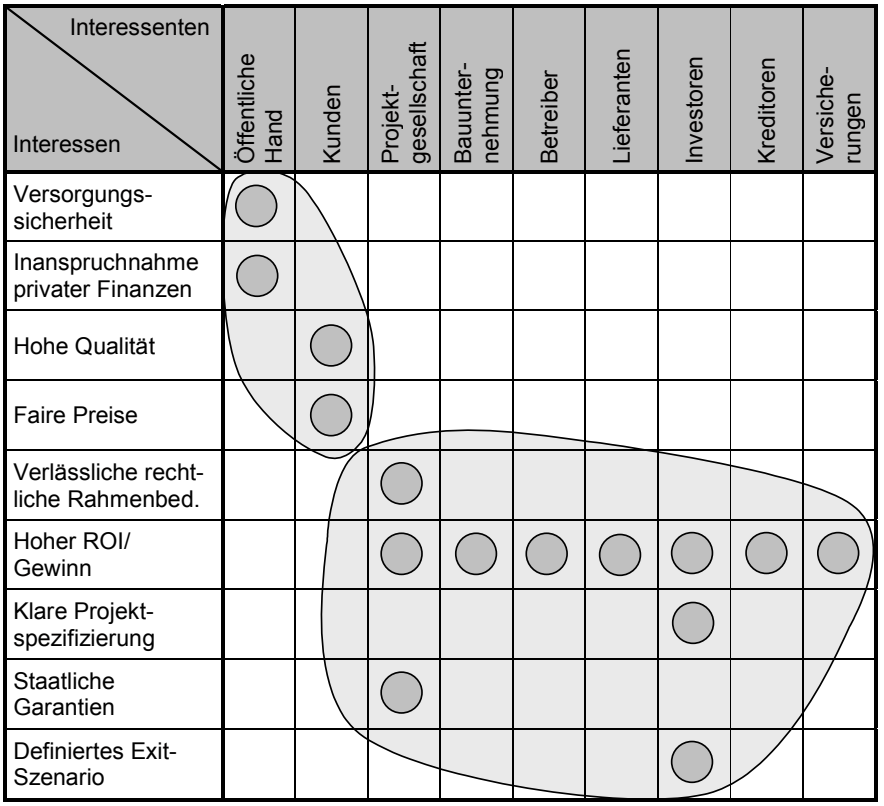


Abb. 6.54: Interessenten-Interessenmatrix bei PPP-Kontraktprojekten [173]

Die Aufgabe besteht darin, den Interessenkonflikt zwischen Konzessionsgeber und -nehmer durch einen Partnering-Ansatz aufzulösen. Alle Projektpartner müssen durch eine partnerschaftliche Win-Win-Strategie einen hohen Anreiz erhalten, das Projekt erfolgreich werden zu lassen. Während der Staat für stabile Rahmenbedingungen sorgt und die Leistungskriterien für Infrastrukturprojekte vorgibt, bringen die privaten Interessenten (Bau- und Anlageunternehmen, Betreiber, Lieferanten, Eigen- und Fremdkapitalgeber, Versicherungen etc.) ihre operative Effizienz, ihre Kundenorientierung und ihren Kundenservice ein. Das Partnering zwischen Konzessionsgeber und -nehmer verfolgt vor allem eine Risikoteilung und Sicherstellung eines Finanzierungsmix.

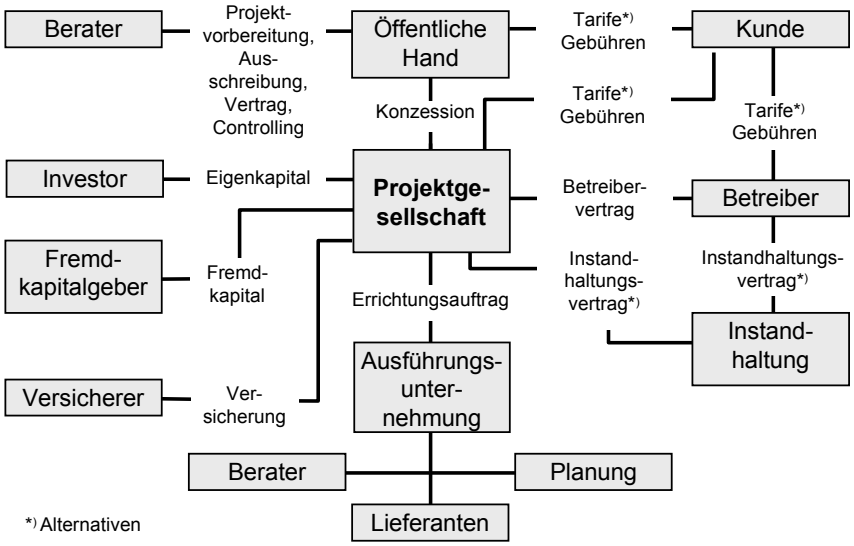


Abb. 6.55 Hauptbeziehungsaspekte zwischen den Projektbeteiligten eines BOT-Projekts (PPP-Kontraktprojekt)[173]

Beziehungen zwischen den Projektbeteiligten

Die Beziehungen zwischen den Projektbeteiligten / Partnern sind durch vier Hauptaspekte geprägt (Abb. 6.55):

- Finanzielle Ströme
- Rechtliche Beziehungen
- Risikoverteilung
- Organisatorische Abläufe

Dieses Beziehungsnetz wird über ein kompliziertes Vertragswerk geregelt.

Der Übergang des Erfolgsrisikos von der öffentlichen Hand zur Privatwirtschaft stellt den einschneidendsten Unterschied zwischen PPP-Projekten und traditionellen Projektabwicklungsformen (Tabelle 6) dar. Das Interesse am wirtschaftlichen Gelingen des ganzen Projekts über die volle Konzessionsdauer ist ungleich grösser als beim traditionellen Vorgehen.

Finanzierungsstruktur

Ein Kernpunkt der Konzessionsprojektentwicklung bzw. PPP-Kontraktmodelle ist die Erschliessung von Geldquellen, die das Projekt erst ermöglichen. Die privaten Quellen werden in Investoren und Kreditoren eingeteilt, wobei die Investoren Eigenkapital in das Projekt einbringen und somit Teilhaber sind, während die Kreditoren Anleihen zu festgesetzten Modalitäten und Zinsraten geben.

Eine typische Finanzierungscharakteristik und Cashflow von PPP-Kontraktmodellen ist in Abb. 6.40 dargestellt. Im Allgemeinen kann man davon ausgehen, dass die Projektgesellschaft mindestens 20 % Eigenkapital aufbringen muss, um die Fremdfinanzierung durch Fremd- und Mezzaninkapital sicherzustellen. Diese Marge an Eigenkapital der Projektgesellschaft dient auch zur Sicherstellung des Vertrauens der Projektpartner in den langfristigen Erfolg des Projekts.

Durch die komplexe Struktur der BOT-Projekte ergeben sich vielfältige Zahlungsströme (Abb. 6.56), die in einfliessende Kapitalströme / Einnahmen und in Ausgaben der Projektgesellschaft untergliedert werden können.

Tabelle 6: Differenzierungsmerkmale zwischen öffentlichen Projekten traditioneller Art und PPP-Projekten (PPP-Kontraktprojekten) [173]

BOT-Projekt	Traditionelle Organisation
Im Zentrum steht die Projektgesellschaft, die die Interessen der Investoren vertritt. Die öffentliche Hand bereitet das Projekt vor und überwacht es.	Im Zentrum steht die öffentliche Hand, die mittels zugezogener Spezialisten die Abläufe koordiniert und überwacht.
Die Finanzierung erfolgt nach streng ökonomischen Gesichtspunkten und wird von verschiedenen Seiten überprüft.	Die Finanzierung wird durch den Staatshaushalt gewährleistet; unabhängige Kontrollorgane sind nicht vorhanden.
Der Kunde bezahlt die Dienstleistung direkt an den Betreiber; die Kostenwahrheit ist gewährleistet.	Der Betrieb wird indirekt mittels Gebühren und Steuern bezahlt.
Der Betreiber arbeitet nach ökonomischen Grundsätzen und ist für den Erfolg verantwortlich.	Die Betreiber sind Angestellte der öffentlichen Hand und für den Erfolg nur bedingt verantwortlich
Das Ausführungsunternehmen ist am Gelingen des Projekts über die ganze Konzessionszeit interessiert.	Nach Ablauf der Garantiezeit hat der Bauherr keine Ansprüche mehr an das Ausführungsunternehmen.

Tabelle 7: Kapitalarten zur Finanzierung von PPP-Kontraktprojekten [173]

Kapitalart / Eigenschaft	Eigenmittel	Mezzaninkapital	Fremdkapital
Risiko	Hoch	Mittel	Tief
Rückzahlung	3. Rang	2. Rang	1. Rang
Gewinn	nach Geschäftsverlauf	hohe Zinsen	markttypische Zinsen
Bedarf	hoch, nach Risiko	mittel	nach Eigenmitteln
Beschaffung	Beteiligte und Investoren	Banken, internationale Fonds	Banken, Versicherungen

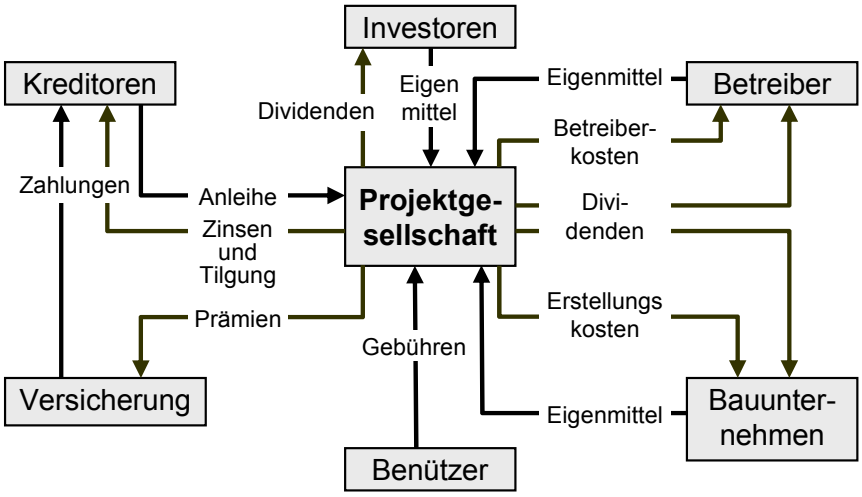


Abb. 6.56: PPP-Kontraktmodell - Zahlungsströme in einer BOT-Projektgesellschaft [173]

Die wichtigsten Kapitalarten zur Finanzierung eines Konzessionsprojekts sind in Tabelle 7 zusammengestellt.

Bauunternehmen als Projektentwickler, Ausführende und Konzessionär unterliegen in den meisten Fällen einem Interessenkonflikt innerhalb der Projektgesellschaft. Besonders Investoren ohne Ausführungsinteresse, aber

auch die Kreditgeber haben aufgrund negativer Erfahrungen Vorbehalte gegen die Einbindung ausführender Unternehmen, obwohl deren Kompetenz für das Gelingen des Projekts von entscheidender Bedeutung sein kann. Dies liegt daran, dass einige Bauunternehmen als Projektpartner ihren auf dem Verhandlungsweg erworbenen Bauauftrag dazu nutzen, ihren gesamten Eigenkapitalanteil, den sie in die Projektgesellschaft eingebracht haben, in den Baupreis einzurechnen. Dadurch besteht die Gefahr der einseitigen Bereicherung und Verschiebung der Risiken auf Kosten der Partner und der Kreditgeber. Die Frage ist hier, wie man durch einen Partnering-Ansatz zu einer Symbiose kommen kann, in der einerseits die einseitige Vorteilnahme verhindert wird und anderseits das Know-how eines kompetenten, ausführenden Unternehmens z.B. als Systemanbieter, besonders bezüglich des Simultaneous Engineering, in einer Win-Win-Situation genutzt werden kann. Daher beauftragt man z.B. das Bauunternehmen, das gleichzeitig Partner in der Projektgesellschaft ist, als Construction Manager. Dies bedingt, dass Bauunternehmen als Projektentwickler und / oder Projektpartner einer Konzessionsgesellschaft diesen Geschäftsbereich als selbständige Unternehmenssparte losgelöst vom Produktionsbereich führen müssen, um gegenüber Investoren und Kreditgebern glaubwürdig zu sein. Bauunternehmen, die diesen Geschäftszweig als reines Auftragsbeschaffungsinstrument für die Produktion ausserhalb des Wettbewerbs nutzen, werden aus folgenden Gründen nicht erfolgreich sein:

- Investoren und Kreditgeber werden dem Unternehmen für solche Projekte wenig Vertrauen schenken.
- Der Produktionsbereich wird den Wettbewerbsbedingungen des Marktes zu spät angepasst.

Dadurch erleidet das Unternehmen einen zweifachen Nachteil.

Um bei der Beteiligung des ausführenden Unternehmens an der Projektgesellschaft zu marktüblichen Ausführungspreisen zu kommen, gibt es folgende Möglichkeiten:

- Freihändige Vergabe an das ausführende Unternehmen und unabhängige Prüfung des Angebotspreises auf der Basis von ausgeführten Vergleichsprojekten mit ähnlichem Risikoprofil, die im Wettbewerbsverfahren vergeben wurden
- Anwendung des Construction-Management-Konzepts mit Bauvertrag und Vergabewettbewerb

Im Rahmen des Construction Managements mit Bauvertrag wird daher der Bau- und Anlagenauftrag normalerweise im Wettbewerb ausgeschrieben.

Die Ausschreibung erfolgt heute meist auf der Basis eines Engineering Procurement Contract (EPC) der FIDIC [175]. Das Bauunternehmen als Partner in der Projektgesellschaft und Construction Manager erhält bei der Auftragsvergabe üblicherweise den „last call“. Die ausführenden Arbeiten werden immer als Pauschalvertrag mit weitestgehender Risikoübertragung auf den Unternehmer vergeben.

Bei Projekten mit erheblichen Markt- und / oder Baugrundrisiken, die möglicherweise die Rentabilität des Projekts in Frage stellen, muss die Projektgesellschaft Massnahmen treffen, diese Imponderabilien vertraglich einzugrenzen. Dazu stehen folgende Möglichkeiten zur Verfügung:

- Übertragung z.B. der Baugrundrisiken auf den Unternehmer
- Absicherung der Extremrisiken ab einer Grenze durch den Konzessionsgeber (s. Kapitel 7.10 „K E F I R“)
- Übernahme der extremen Projektrisiken durch die Investoren durch entsprechende Eigenmitteleinlagen

Die Absicherung sollte durch ein Versicherungsprinzip (Risikoportfolio) bei einem der drei genannten Beteiligten erfolgen. Die richtige Antwort resultiert aus der Prüfung der Frage: Wer kann das Risiko am gezieltesten beeinflussen, am kostengünstigsten übernehmen und hat dazu die ausreichende Risikotragfähigkeit?

Es muss auf jeden Fall sichergestellt werden, dass das Projekt ohne terminliche oder kostenmässige Überschreitung hergestellt wird, damit die Projektrenditerechnung nicht bereits schon durch zu hohe Investitionen in Frage gestellt wird.

Ferner müssen bei der Finanzierung durch eine LC-NPV-Wirtschaftlichkeitsanalyse (Kapitel 4.4) nicht nur die Erstellungs-, Zins- und Betriebskosten sowie die Einnahmen berücksichtigt werden, sondern auch die erforderlichen Instandhaltungs- und Instandsetzungskosten. Aus der Betrachtung des Gesamtprojekt-Cashflows kann erst die Gesamtwirtschaftlichkeit und Rendite ermittelt werden (Abb. 6.40).

6.5.7.3 Projektabwicklungsphasen

Der Projektablauf und die chronologische Folge der einzelnen Vorgänge sind in Abb. 6.57 erläutert. Jeder Vorgang enthält verschiedene Verträge, die zusammen das Projektvertragspaket bilden.

Im Folgenden sollen wichtige Aspekte der verschiedenen Phasen und Vorgänge einer BOT-Projektabwicklung erläutert werden (Abb. 6.58).

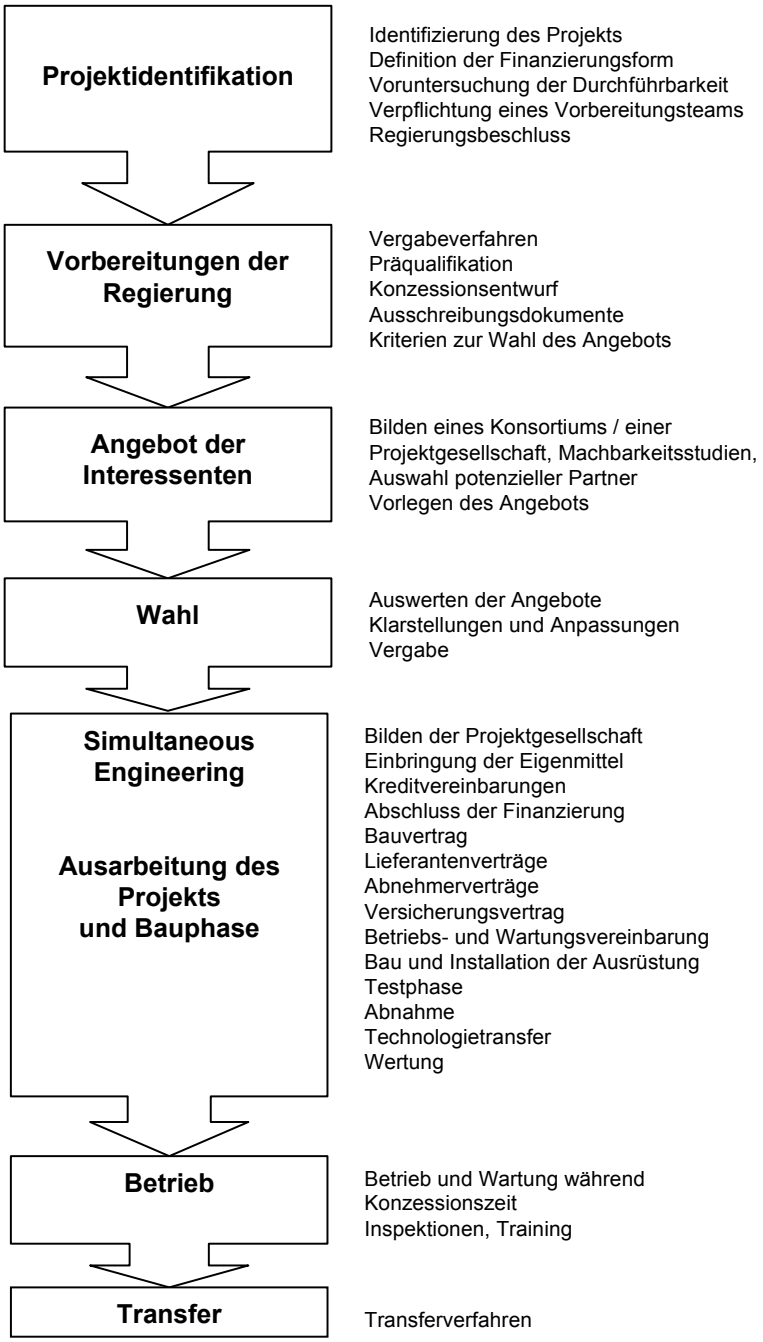


Abb. 6.57: Projektablauf eines PPP-Kontraktprojekts [173]

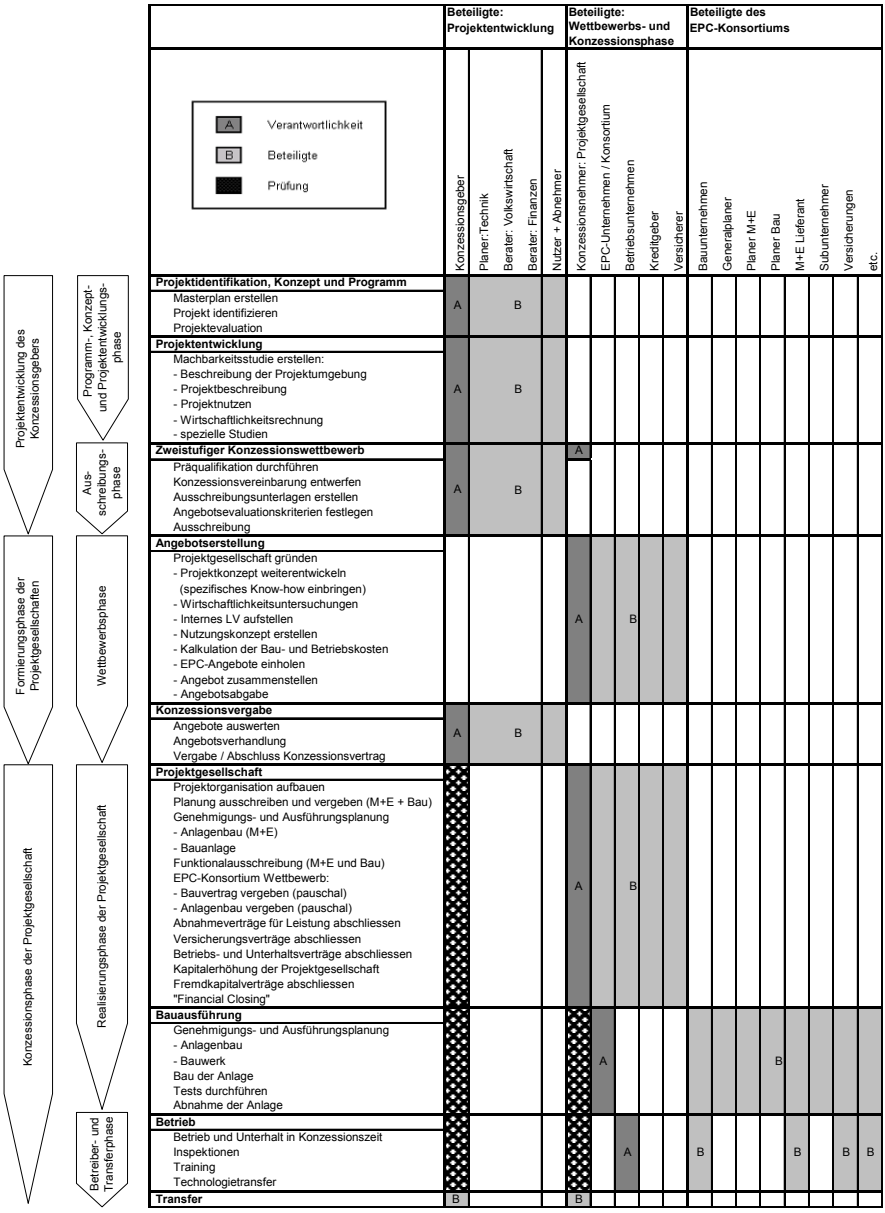


Abb. 6.58: BOT-Projektabwicklungsform – Phasen, Aufgaben, Verantwortung, Beteiligte

Projektentwicklungsphase

Zu Beginn eines Projekts muss der Bedarf (Abb. 6.59), z.B. aufgrund einer steigenden Nachfrage oder einer Verbesserung des Kundennutzens, erkannt werden. Normalerweise wird dies in der langfristigen Infrastrukturplanung der Regierung und durch statistische Untersuchungen der Nachfrage offenkundig. Eine weitere Möglichkeit ist die Identifizierung durch professionelle Projektentwickler, die dann eine Konzession beantragen.

Damit die Angebote ausgearbeitet werden können, bedarf es einer detaillierten Definition des Projekts. Im Mittelpunkt steht dabei die Funktionalität, die folgendermassen charakterisiert werden kann:

- Leistungsfähigkeit
- Qualität
- Umweltaspekte
- Ästhetik
- Randbedingungen
- Normen und Vorschriften

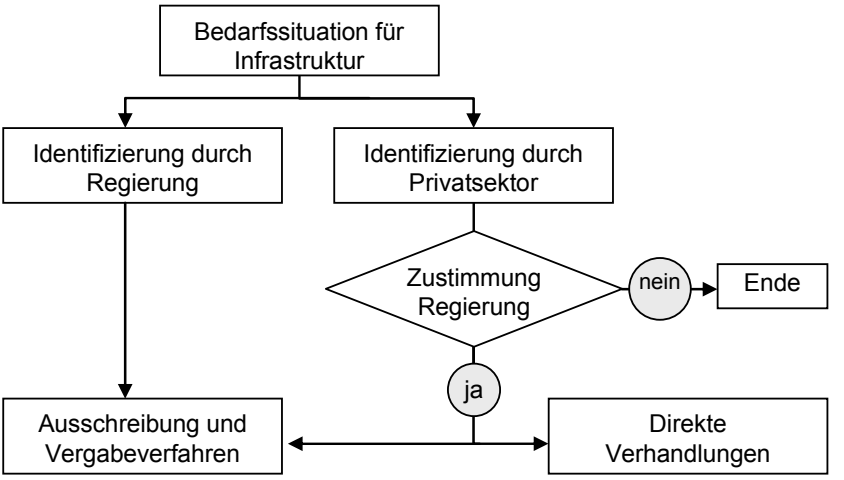


Abb. 6.59: Projektidentifikationsvarianten

Es ist wichtig, dass die Eckpfeiler des Projekts festgelegt werden, den potenziellen Konzessionsbewerbern aber trotzdem genügend Möglichkeiten bleiben, eigene Ideen und Lösungen einzubringen.

In dieser Projektentwicklung ist es unabdingbar, eine Wirtschaftlichkeitsprognose zu stellen, um sicher zu sein, dass eine Amortisation der Investition über die Konzessionszeit mit einer Rendite möglich ist.

Der Ausschreibungs- und Vergabeprozess beeinflusst durch entsprechende Selektionskriterien die Qualität der Konzessionsbewerber. Die Wahl der „besten" Projektgesellschaft ist normalerweise die wichtigste Determinante für den Erfolg eines Projekts. Die folgenden Kriterien ermöglichen eine Wahl:

- Kompetenz des Anbieters hinsichtlich Finanzen und Technik
- Qualität der vorgeschlagenen Lösung
- Preis-Leistungs-Verhältnis, im Besonderen bezüglich der Höhe der Nutzergebühren

Formierungsphase der Leistungsanbieter

Interessierte Konzessionsbewerber bilden eine Projektgesellschaft. Diese entsteht durch die Unterzeichnung eines Vorvertrags, z.B. für ein Joint Venture. Die Projektgesellschaften überprüfen je für sich die vom Konzessionsgeber oder Projektentwickler vorgängig erstellten technischen und wirtschaftlichen Machbarkeitsstudien. Dabei liegt das Hauptaugenmerk auf den Kosten und den zukünftigen Einnahmen sowie der Finanzbeschaffung.

Formierungsphase – Ausschreibungs- und Vergabeverfahren

Ein Kernpunkt eines BOT-Projekts ist, dass die vom Konzessionsgeber gemachten Vorarbeiten vom Konzessionsnehmer optimal umgesetzt werden können. Dies bedingt zum einen unmissverständliche Unterlagen und zum anderen ein geeignetes Auswahlverfahren. Es ist eminent wichtig, die richtige Projektgesellschaft für das richtige Projekt auszuwählen. Nur so kann der Erfolg gewährleistet werden.

Zur Vergabe von PPP-Kontraktmodellen werden folgende Strategien verwendet:

- Wettbewerbsverfahren: In den letzten Jahren hat sich vor allem die wettbewerbsmässige, vergleichende Ausschreibung durchgesetzt. Projektgesellschaften, die durch die Präqualifikation ausgewählt wurden, erhalten den Konzessionsentwurf und weitere Projektunterlagen, die sie innerhalb einer Frist bearbeiten können. Der Preis ihres Angebots wird dann mit den Leistungsmerkmalen verglichen.

- Verhandlungsverfahren: Die Projektumsetzung wird ohne Wettbewerb zwischen dem Konzessionsgeber und einem Konzessionsbewerber-Konsortium vorangetrieben. Das Verhandlungsverfahren wird meist angewendet, wenn ein privater Entwickler dem Staat ein selbst identifiziertes Projekt anbietet oder wenn nur ein besonderer Konzessionsentwickler spezifisches Know-how (Alleinstellungsmerkmal) besitzt. Der Projektpreis bzw. der Leistungsverkauf wird über Vergleichsprojekte auf Wirtschaftlichkeit und Marktpreisadäquanz geprüft.

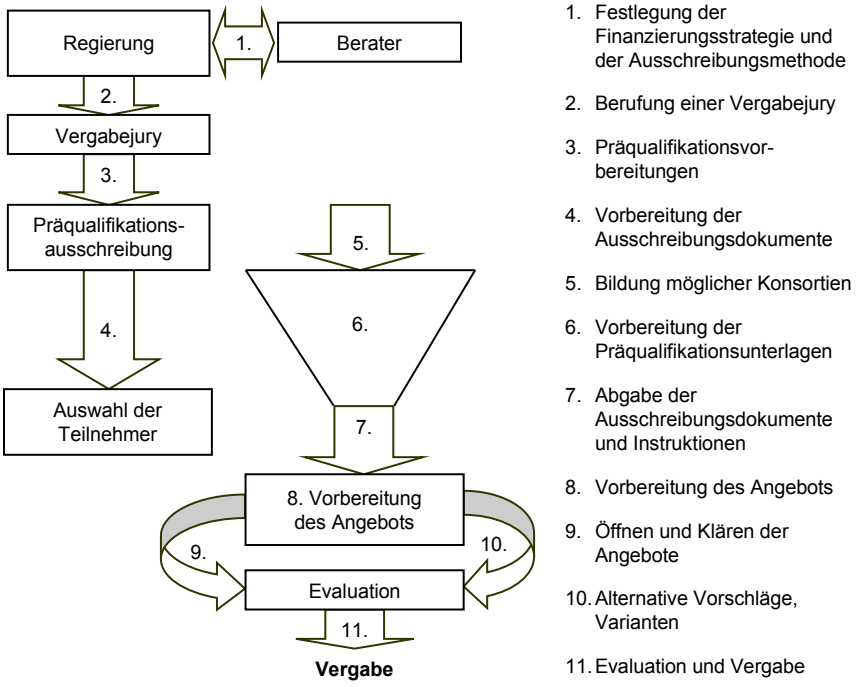


Abb. 6.60: Vergabeprozess bei einem PPP-Kontraktmodell [173]

Durch eine ziel- und terminorientierte Durchführung der Evaluation der Angebote werden die Projektgesellschaften in ihrem Engagement bestärkt.

Der Kosten- und Zeitaufwand bei der Entwicklung eines BOT-Projekts wird als der grösste Nachteil angesehen. Deswegen halten sich noch viele potenzielle Anbieter zurück. Die Hauptgründe sind das Fehlen angepasster und zielorientierter Ausschreibungs- und Auswahlverfahren, die mittels standardisierter Dokumente und Verträge operieren.

Die verschiedenen Phasen des Vergabeprozesses sind in Abb. 6.60 dargestellt. Um eine zügige Realisierung zu ermöglichen, müssen die Ziele und Massnahmen sowohl des Konzessionsgebers (Tabelle 8) wie auch der Konzessionsbewerber (Tabelle 9) klar definiert und im Ausschreibungs- und Vergabeprozess systematisch und konsequent umgesetzt werden. Dies ist jedoch noch keine hinreichende Garantie für den partnerschaftlichen Erfolg des Projekts.

Tabelle 8: Ziele und Massnahmen des Konzessionsgebers zur Lenkung des Ausschreibungs- und Vergabeprozesses [173]

Prozess	**Ziele**	**Massnahmen**
Festlegung von Finanzierungsstrategie und Ausschreibungsmethode	Finden der richtigen Methode zur Verwirklichung grosser Infrastrukturprojekte	Berufung nationaler und internationaler Berater mit grosser Erfahrung in der Durchführung von Vorstudien unabhängige Vergleichsstudien
Berufung des Vorbereitungs-komitees	schnelle Abwicklung des Projekts Vertrauensbildung Finden der optimalen Lösungen	Zusammenstellung eines Teams aus nationalen Experten, Behördenvertretern, Umweltschutzverbänden und international reputierten Beratungsfirmen
Präqualifikations-ausschreibung	möglichst viele geeignete Interessenten ansprechen	internationale Publikation der Ausschreibung Schaffung genügender Anreize genaue Beschreibung der geforderten Fähigkeiten
Präqualifikation	Auswahl geeigneter Projektgesellschaften	eingehende Prüfung der eingegangenen Unterlagen Führen direkter Gespräche
Vorbereitung der Ausschreibung	ideale Grundlage zur Erarbeitung des Projekts geben	genügend Zeit zur Vorbereitung bereitstellen Spezialisten zuziehen
Evaluation	Auswahl der richtigen Projektgesellschaft	Erstellung eines umfassenden Kriterienkatalogs Prüfung von Alternativen Gespräche und Diskussionen führen

Tabelle 9: Wichtige Erfolgsmassnahmen des Konzessionsbewerbers [173]

Probleme	Lösungsansätze
Bildung der Projekt-gesellschaft	aktiv als Initiant eines Konsortiums auftreten alte Partnerschaften pflegen und in das Projekt einbringen
Überstehen der Präqualifikation	möglichst starke Partner aussuchen erfolgversprechende Zusammensetzung der Partner Einbindung lokaler Partner
Kosten der Entwick-lungsarbeit	nochmalige Analyse des Projekts mit eigenen Wirtschaftlichkeits-rechnungen, dann Entscheidung über Teilnahme sich nur in Kernkompetenzen engagieren
Projektrisiko	Risikoverteilung auf diverse Projekte Stammunternehmen nie in Gefahr bringen Absicherung durch Versicherungen und Exportrisikogarantien
Blockierte Eigenmittel	Mittel möglichst früh wieder aus dem Projekt abziehen möglichst wenig Eigenmittel in das Projekt einbringen Liquiditätsengpässe durch langfristige Planung vermeiden

Ferner sollten zur Beschleunigung der Phasen klare Termine festgelegt und standardisierte Dokumente und Verträge vorbereitet werden. Durch Transparenz der Entscheidungskriterien und -prozesse wird das Vertrauen zu einerseits den Konzessionsbewerbern und andererseits der betroffenen Öffentlichkeit erhöht.

Formierungsphase – Auswahl unter den Konzessionsbewerbern

Die vorgelegten Angebote der Konzessionsbewerber werden von Spezialisten des Konzessionsgebers nach den Evaluationskriterien beurteilt. Bei komplexeren Projekten werden meist mehrere verschiedene Lösungen eingereicht, die oft sehr schwer vergleichbar sind. Die Auswahl basiert nicht nur auf dem Preis, sondern enthält oft auch schwierig zu quantifizierende Grössen wie z.B. Glaubwürdigkeit, Erfahrung, möglicher Technologietransfer, Arbeitsplatzsicherung. Das „beste“ Projekt wird mittels einer multivarianten Nutzwertanalyse (Kapitel 4.1) ermittelt. Nach der Wahl des „besten“ Projekts wird die Projektgesellschaft zur Bereinigung des Angebots eingeladen, um es zur Vertragsreife zu führen.

Konzessionsphase – Projektausarbeitungsphase

Die Projektgesellschaft muss nun die zur Realisierung des Projekts benötigten, vereinbarten Eigenmittel hinterlegen, meist in Form von Bankbürgschaften. Vorverträge, die mit den Kreditoren und den Lieferanten ausgehandelt wurden, werden bestätigt. Ebenso werden die Verträge mit den Versicherungen und dem Betreiber in Kraft gesetzt. Somit kann die Finanzplanung abgeschlossen werden (financial closing).

In Anschluss daran wird die definitive Ausführungsplanung vorgenommen und mit der Projektverwirklichung begonnen.

Konzessionsphase – Realisierungsphase

Die Bauphase ist durch das Simultaneous Engineering gekennzeichnet, d.h. die Genehmigungs- und Ausführungsplanung erfolgt parallel zur Bauausführung, um den Realisierungsprozess zu beschleunigen (Kapitel 0). Während der ganzen Bauzeit werden Anpassungen vorgenommen, die direkt in die Planung und Ausführung einfliessen. Diese dürfen in keiner Weise den Kosten- bzw. Terminplan wesentlich tangieren, da die Folgekosten vom ausführenden Unternehmer getragen werden müssten. Daher ist ein systematisches, generisches, axiomatisches Anforderungsmanagement (Kapitel 0) zur schnellen und kostenminimalen Zielerreichung unumgänglich. Das Simultaneous Engineering ist notwendig, damit die Bauzeit kurz und die Nutzungs- und Betriebsphase, in der Einnahmen generiert werden, möglichst lang ist, da sich die Konzessionszeit aus der Summe aus Realisierungs- und Nutzungszeit zusammensetzt. Anschliessend beginnt die Testphase des Projekts.

Konzessionsphase – Betriebsphase

Nach der Übernahme der Anlage durch den Betreiber beginnt der Betrieb bis zum Ende der Konzessionszeit. Wenn der Unterhalt nicht durch den Betreiber gemacht wird, muss gleichzeitig auch die Unterhaltsgesellschaft ihren Dienst aufnehmen. Zur Sicherstellung der Einnahmen muss der Konzessionsnehmer in der Nutzungsphase eine hohe Betriebssicherheit der Anlage gewährleisten. Verminderte Qualität oder wartungsunfreundliche Anlagen und Konstruktionen reduzieren die Betriebszeit und die Kundenzufriedenheit und vermindern somit die Einnahmen.

Daher haben die Konzessionsnehmer hohes Interesse, solche Anlagen in robuster Qualität herzustellen, um die Wartungs- und Unterhaltszeiten und -kosten gering zu halten. Die Betriebs- und Unterhaltsgesellschaften sind den Investoren, den Kreditoren und der Regierung zur Rechenschaft über ihre Arbeit verpflichtet.

Konzessionsphase – Transfer

Am Ende der Konzessionszeit eines BOT-Projekts erfolgt der Transfer an den Konzessionsgeber. Für den Konzessionsgeber ist es wichtig, dass die Anlage dann in einem guten Zustand, der Technologietransfer abgeschlossen und das Personal imstande ist, die Anlage autonom zu betreiben.

Für die weitere Lebensdauer des Objekts gibt es drei Betriebsmöglichkeiten:

- Der Konzessionsgeber betreibt das Objekt in eigener Regie.
- Er verlängert die Konzession.
- Er sucht einen neuen Konzessionsnehmer.

Diese Optionen stehen erst nach Beendigung der Konzessionszeit zur Verfügung.

6.6 Beispiele moderner Gesamtleistungsabwicklungsformen – Phasen, Schritte, Erfolgsfaktoren

6.6.1 TU-Abwicklungsform auf Verhandlungsbasis

6.6.1.1 Grundintention des Bauherrn und gewählte Abwicklungsform

Initiiert wurde das Projekt durch einen Promotor, der infolge der Neustrukturierung seiner Industriebetriebe ein sehr grosses Industrieareal nicht mehr für seine eigenen Geschäftszwecke benötigte. Das Areal liegt in einem städtischen Gebiet an für andere Betriebe attraktiver Lage. Anstatt nur die Grundstücke zu verkaufen, wollte der Promotor es für mehrere Promotionsprojekte benutzen, um diese nach Abschluss aller wichtigen Verträge an Investoren zu verkaufen. Infolge der Grösse und der städtischen Lage dieses ehemaligen Industrieareals entwickelte der Promotor ein neues Nutzungskonzept, das die Entwicklung mehrerer grosser Hochbauprojekte beinhaltete. Das hier dargestellte Beispielprojekt ist eines dieser Hochbauprojekte.

Als oberstes Ziel des Promotors galt es, Investoren für seine Objekte zu finden. Da der Promotor zu dieser Zeit mehrere grosse Projekte abwickelte, wollte er zudem einen reibungslosen Ablauf bei den einzelnen Projekten. Um Investoren für die Projekte gewinnen zu können, musste er eine bestimmte Rendite mit den Bauobjekten gewährleisten können. Somit benötigte er einen Pauschalpreis für die Erstellung des Gebäudes und einen vertraglich vereinbarten Mietpreis mit einem Mieter. Um den Aufwand bei den Verhandlungen mit einem Investor gering zu halten, wollte der Promotor schon vor der Kontaktaufnahme mit einem potenziellen Investor einen Vertrag mit einem Mieter und einem Totalunternehmen abgeschlossen haben. Zur zusätzlichen Aufwertung des Projekts zog der Promotor von Beginn an einen Stararchitekten bei.

Als Abwicklungsform (Abb. 6.61, Abb. 6.62) für dieses Projekt entschied sich der Promotor für die Abwicklung mit einem Totalunternehmen ohne Wettbewerb, sondern mit direkter Verhandlung, da

- das Totalunternehmen (TU) die Gesamtverantwortung übernimmt und somit die Risiken auf den TU abgewälzt werden können,
- durch das Angebot eines TU mit Pauschalpreis und durch den mit dem Mieter vertraglich vereinbarten Mietpreis dem Investor die Rendite gewährleistet werden konnte,
- der Bauherr in derselben Zeitphase mehrere grosse Projekte als Promotor entwickelte und er keine Zeit (time to market) und Ressourcen für Ausschreibungen an Einzelunternehmen hatte,
- der Bauherr zu dieser Zeit keine Ressourcen für die Durchführung eines Wettbewerbs mit mehreren TU hatte,
- mit den direkten Verhandlungen das Bauobjekt und die Bauabläufe stärker und gezielter optimiert werden konnten als bei einem TU-Wettbewerb mit mehreren Teilnehmern,
- mit den direkten Verhandlungen der TU vergessene Positionen im TU-Werkvertrag im nachhinein nicht mehr geltend machen konnte (Massen- und Vollständigkeitsrisiko),
- der Promotor auf diese Weise einfacher einen Investor finden konnte, da der Investor von der Seite Baurealisation nur einen TU-Werkvertrag übernehmen musste.

6.6.1.2 Projektbeschreibung

Bei dem erstellten Bauobjekt handelt es sich um ein Bürogebäude für 1000 Arbeitsplätze, das durch einen Mieter vollflächig gemietet wird. Die Büroflächen sind zum grössten Teil als Grossraumbüros in den vier Obergeschossen verteilt. Zudem stehen noch einige Einzelbüros zur Verfügung. Das Erdgeschoss wird durch mehrere Sitzungszimmer sowie eine Cafeteria genutzt.

Das Gebäude weist mit einer Länge von 100 m und einer Breite von 50 m eine rechteckige Form mit einem Innenhof auf. Die Fassade der vier Obergeschosse ist vollflächig verglast.

Das Untergeschoss dient hauptsächlich als Lager, für Technikanlagen und EDV. Ein Parkhaus existiert bei diesem Gebäude nicht.

6.6.1.3 Abwicklungsphasen und Erfolgsfaktoren

Phase: Projektentwicklung – Strategische Planung

Wichtige Schritte:

- In Bezug auf das sehr grosse und nicht mehr benötigte Industrieareal entschied sich der Promotor für die Gesamtstrategie der Entwicklung mehrerer grosser Bauprojekte als Promotor und deren Verkauf an Investoren.
- Der Promotor entwickelte ein Nutzungskonzept für das gesamte brachliegende Industrieareal.
- Als weiteres Vorgehen erteilte der Promotor einen Auftrag an einen Stararchitekten für die Vorstudie, das Vorprojekt und das Erarbeiten der Grundlagen für die direkten Verhandlungen mit einem Totalunternehmer.

Erfolgsfaktoren:

- Strategieentscheidung des Promotors, dass die Verträge mit einem Mieter und einem Totalunternehmer schon vor der Kontaktaufnahme mit einem Investor abgeschlossen sind, damit die Rendite für das Bauobjekt gewährleistet werden kann.
- Aufwertung des Bauobjekts durch die Beauftragung eines Stararchitekten

Phase: Projektentwicklung – Vorstudie, Vorprojekt und erste Bewilligungsreife

Wichtige Schritte:

- Ein Stararchitekt erhielt den Auftrag, ein Geschäftshaus mit flexiblen Nutzungsmöglichkeiten zu entwerfen.
- Der Architekt entwarf ein entsprechendes Gebäude und erstellte eine Baubeschreibung auf funktionaler Basis und Pläne 1:200.
- Das Baugesuch wurde eingereicht und die Baubewilligung erteilt.
- Erfolgsfaktoren:
- Da noch kein Mieter für dieses Bauobjekt gefunden war, wurde der Entwurf des Gebäudes auf eine grösstmögliche Nutzungsflexibilität ausgelegt, so dass ein potenzieller Mieter seine Bedürfnisse zu einem späteren Zeitpunkt in das Projekt mit einbringen kann.

Phase: Projektentwicklung – Mietersuche und Projektanpassung

Wichtige Schritte:

- Der Promotor intensivierte die Mietersuche und führte die Verhandlungen mit einem potenziellen Mieter, der das Gebäude vollflächig mieten wollte.
- Der Architekt plante das Projekt anschliessend speziell auf die Bedürfnisse des Mieters um.
- Der Mieter entschied sich dafür, den Mieterausbau (Innenausbau) in Eigenverantwortung durchzuführen und für die entsprechenden Arbeiten eine eigene Ausschreibung zu tätigen. Für den Mieterausbau wurde nicht derselbe Architekt beauftragt wie für den Grundausbau.
- Infolge der Projektanpassungen wurde das Abänderungsprojekt neu zur Baubewilligung eingereicht.

Erfolgsfaktoren:

- Für das gesamte Gebäude ist nur ein Mieter involviert. Zudem enthält der Mietvertrag eine garantierte Mindestmietdauer, die für die Verhandlungen mit einem Investor vorteilhaft ist.

- Da die bisherige Planung des Gebäudes in Bezug auf die Nutzung flexibel war, konnte das Gebäude den Bedürfnissen des Mieters angepasst werden.

Phase: Projektentwicklung – Verhandlung mit dem TU

Wichtige Schritte:

- Der Promotor wählte einen Totalunternehmer als direkten Verhandlungspartner nach folgenden Kriterien:
  - Das Unternehmen musste die entsprechenden Kapazitäten zur Abwicklung dieses Projekts haben. Zu dieser Zeit führten schon einige andere grosse Unternehmen Projekte für den Promotor auf diesem Areal durch und hatten somit Kapazitätsengpässe. Der gewählte TU führte noch kein Projekt auf diesem Areal aus und hatte noch freie Kapazitäten.
  - Das Unternehmen musste das Areal kennen.
  - Das Unternehmen musste Erfahrung in der Zusammenarbeit mit Stararchitekten aufweisen, da der Bauherr einen reibungslosen Ablauf wünschte.
  - Das Unternehmen musste ein Optimierungs-Know-how haben, um die gewünschte Rendite zu erreichen bzw. die vorgegebenen maximalen Investitionskosten zu unterschreiten.
  - Das Unternehmen musste bei sich ändernden Anforderungen flexibel sein, da zu diesem Zeitpunkt der Investor noch nicht feststand.
  - Das Unternehmen musste einen zuverlässigen Ruf haben.
- Nachdem sich der Promotor für einen geeigneten Totalunternehmer entschieden hatte, wurden diesem die maximalen Investitionskosten vorgegeben, die das Angebot erreichen durfte. Da der Mieter den Mieterausbau selber machen wollte, beinhaltete das Angebot nur den Grundausbau.
- Auf Basis einer funktionalen Baubeschreibung sowie Plänen 1:200 erarbeitete der TU ein Angebot und optimierte hierzu das Bauobjekt und den Bauablauf mit Hilfe von Fachplanern, um die vorgegebenen maximalen Investitionskosten zu unterschreiten.
- Das Angebot wurde zwischen dem Promotor und dem TU intensiv verhandelt und weiter optimiert.

- Der Promotor prüfte das Angebot des Totalunternehmers, indem er den Angebotspreis mit einem am Markt referenzierten Richtpreis verglich, den er selber ermittelte. Der Angebotspreis musste in Beziehung zum Mietpreis auch eine Rendite ermöglichen, die für potenzielle Investoren attraktiv war.
- Es erfolgte die Unterzeichnung des TU-Werkvertrags mit Pauschalpreis.

Erfolgsfaktoren:

- Der TU konnte mit seinem Optimierungs-Know-how und dem Einbezug von Fachplanern die Erstellung des Bauobjekts so optimieren, dass die vorgegebenen maximalen Investitionskosten im Angebot unterschritten werden konnten.
- Der TU prüfte vorgängig die Gesprächsbereitschaft des Stararchitekten in Bezug auf Veränderungen des Projekts.
- Als Projektleiter TU wurde jemand eingesetzt, der Erfahrung im Umgang mit Stararchitekten hatte und mit diesem kommunizieren konnte.
- Der TU konnte bei der Angebotsbearbeitung eine entsprechende Flexibilität bei neuen Wünschen aufzeigen.
- Der Stararchitekt wurde dem TU vertraglich unterstellt.

Phase: Projektentwicklung – Detailplanung und Ausschreibung des TU sowie Investorensuche des Promotors

Wichtige Schritte:

- Der TU erarbeitete die Detailplanung in Zusammenarbeit mit seinen Fachplanern und dem Architekten.
- Um das Raumklima in dem verglasten Gebäude gewährleisten zu können, führte der TU mit Spezialisten Raumklimasimulationen durch.
- Der TU schrieb die Arbeiten zur Bauausführung aus.
- Der Promotor trat mit den abgeschlossenen Verträgen (TU und Mieter) an den potenziellen Investor heran.
- Es erfolgte der Vertragsabschluss mit dem Investor und dementsprechend ein Wechsel der Bauherrschaft.

Erfolgsfaktoren:

- Der TU vergab spezielle Arbeiten der Bauausführung nicht an den preisgünstigsten Unternehmer, sondern an diejenigen, die bereits besondere Erfahrungen auf speziellen Gebieten aufweisen konnten und / oder mit dem TU erfolgreich und reibungslos zusammengearbeitet hatten.
- Da das Gewährleisten des Klimas bei Gebäuden mit vollflächiger Glasfassade nicht unproblematisch ist und nachträgliche Änderungen mit hohen Kosten verbunden sind, bewährt sich eine vorgängige Simulation.
- Für den Promotor verliefen die Verhandlungen mit Investoren effizient, da bereits Verträge mit einem Mieter und einem Totalunternehmer abgeschlossen waren. Die sich ergebende Rendite konnte so gewährleistet werden.
- Aus der Sicht des Investors war die Zusammenarbeit eines TU mit einem Stararchitekten ideal, da der TU einerseits versuchte, seine Pauschale einzuhalten, der Stararchitekt hingegen sein Interesse auf die Qualität und Ästhetik legte.

Phase: Ausführung

Wichtige Schritte:

- Beinahe gleichzeitig mit dem Wechsel der Bauherrschaft vom Promotor zum Investor erfolgte der Ausführungsbeginn. Dieser Wechsel wirkte sich nicht auf die Planung und Ausführung aus.
- Infolge der sich ergebenden Schnittstellen zwischen dem Grund- und dem Mieterausbau wurde ein Schnittstellenpapier erarbeitet, das die Zuständigkeiten aller Beteiligten bei den einzelnen Arbeiten festhielt.
- Um die Arbeiten in der Abschlussphase bewältigen zu können, musste die örtliche Bauleitung des TU noch zusätzlich verstärkt werden.

Erfolgsfaktoren:

- Da es beim Grundausbau und dem Mieterausbau unterschiedliche Verantwortlichkeiten gab, bewährte sich die Erstellung eines Schnittstellenpapiers, obwohl bei der Abwicklung unvermeidlicherweise immer noch Grauzonen existieren.
- Trotz der vorhandenen Konstellation herrschte ein gutes und faires Klima bei der Zusammenarbeit aller Beteiligten. Dieses Klima wirkte sich auch auf dem Projekterfolg aus.
- Die Änderungs- oder Zusatzwünsche des Stararchitekten wurden vom TU trotz seiner Pauschale berücksichtigt. Im Gegenzug verzichtete der Architekt auf teure Materialien oder Ausführungsdetails in sekundären Zonen, so dass der TU nicht die Zusatzkosten an den Investor herantragen musste.
- Der Investor als neuer Bauherr setzte sein Vertrauen in den Totalunternehmer.
- In Bezug auf die Nachträge forderte der TU nicht alle kleineren Zusatzkosten, sondern nur die grösseren Änderungspositionen vom Bauherrn. Im Gegenzug verzichtete der Bauherr auf die Differenz bei Minderkosten in den Budgetpositionen.

Phase: Inbetriebnahme

Wichtige Schritte:

- Das erstellte Gebäude wurde vom Bauherrn (Investor) abgenommen.
- Es erfolgte die Mängelbehebung seitens des TU.

- Der Mieter bezog das Gebäude mit seinen Mitarbeitern.
- Die Einstellungen der Haustechnikanlagen wurden kontinuierlich verbessert und optimiert.

Erfolgsfaktoren:

- Die Mängelbehebung seitens des TU erfolgte schnell und zuverlässig.

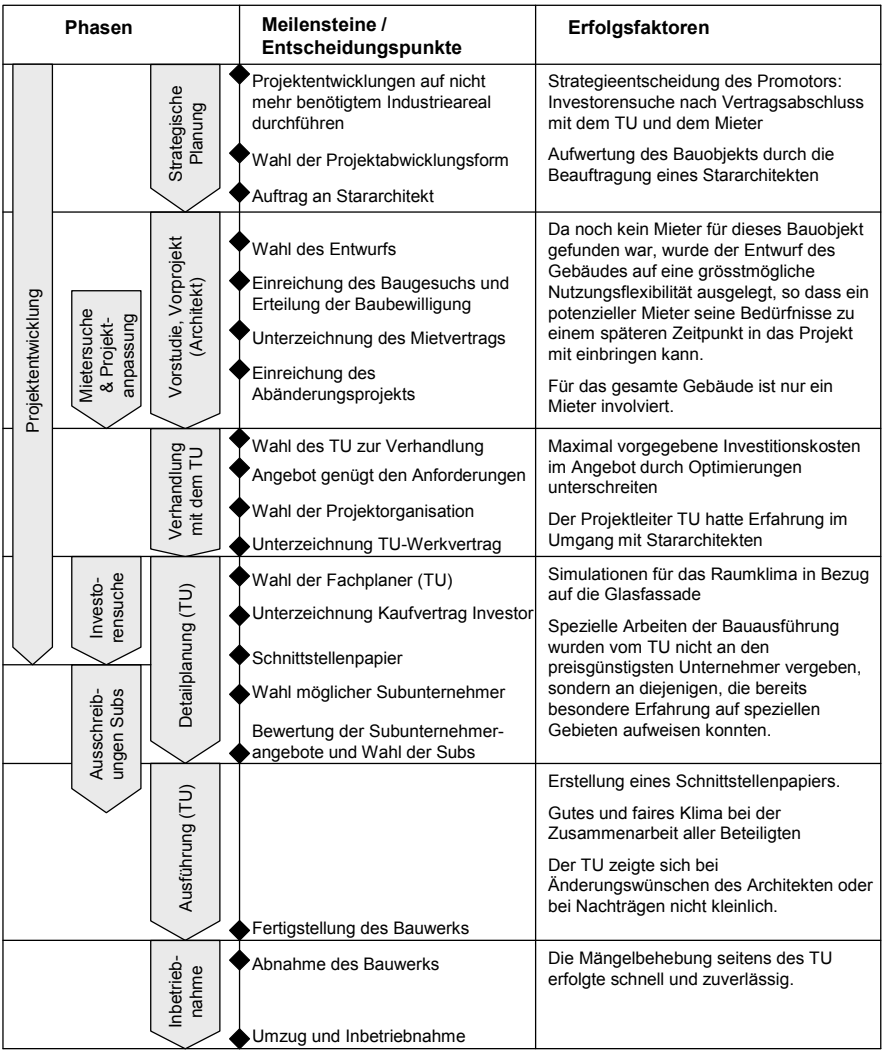


Abb. 6.61: Zusammenfassung Meilensteine und Erfolgsfaktoren für Beispielprojekt 1

6.6.1.4 Interaktion der Projektbeteiligten

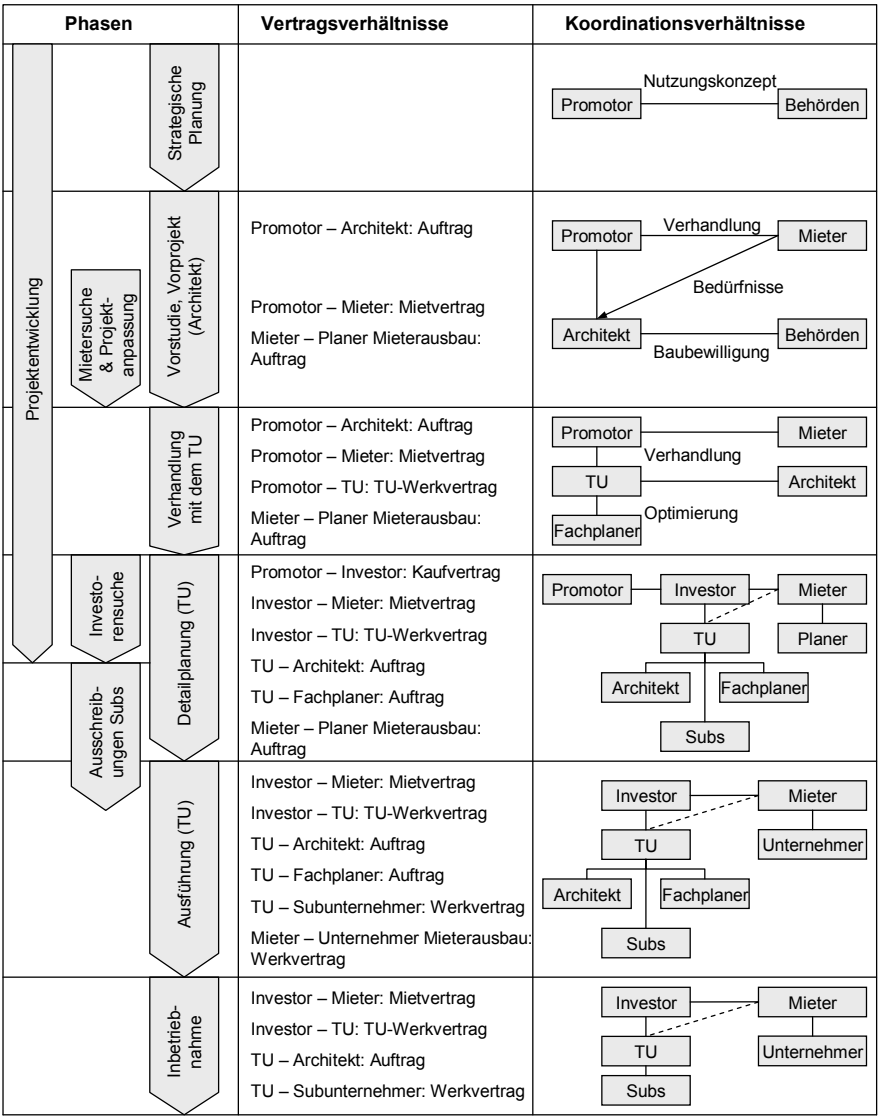


Abb. 6.62: Interaktion der Projektbeteiligten beim Beispielprojekt 1

6.6.2 TU-Abwicklungsform auf Basis von TU-Projektentwicklungsvorleistungen

6.6.2.1 Grundintention des Bauherrn und gewählte Abwicklungsform

Die Ausgangslage des Bauherrn vor der Projektinitiierung stellte sich so dar, dass sein Hauptsitz im Zentrum einer Stadt lag und etliche weitere, zugemietete Büroflächen rund um das Hauptgebäude verteilt waren. In seiner geschäftlichen Tätigkeit erlebte der Bauherr damals eine stetige Zunahme seines Geschäftserfolgs und dadurch ein kontinuierliches Wachstum seines Mitarbeiterbestands. Da das Platzangebot an Büroflächen in Anbetracht des Mitarbeiterwachstums zu klein war und zudem die Effizienz des Betriebs gesteigert sowie die internen Kommunikationswege verkürzt werden sollten, wollte der Bauherr alle seine Mitarbeiter an einem neuen, grösseren Hauptsitz in der Nähe seines bisherigen Standorts zusammenfassen.

Eine wesentliche Bedingung des Bauherrn bezüglich der Investitionskosten für einen Neubau war, dass sich diese, bezogen auf die geplante Nutzungszeit des Neubaus, pro m2 Nutzfläche in der gleichen Grössenordnung wie die bisherigen Mietkosten pro m2 Mietfläche bewegen.

Die Wahl der Abwicklungsform ergab sich erst durch die Aktivitäten Dritter. Ein lokal ansässiges Totalunternehmen sicherte sich frühzeitig aufgrund der bekannten Ausbauwünsche des potenziellen Bauherrn in der Nähe von dessen bisherigem Standort ein Grundstück, auf dem bisher eine kleine Firma seine Lokalitäten hatte. Das Totalunternehmen bot dem potenziellen Bauherrn dieses Grundstück als Möglichkeit für eine Überbauung zum Verkauf an. Da es für die Ausbaupläne des potenziellen Bauherrn noch zu klein war, nahm das Totalunternehmen im Auftrag des Bauherrn Kontakt mit zwei angrenzenden Grundeigentümern auf, um sich die Rechte an deren Grundstücken zu sichern.

Um einen Überbauungsvorschlag für diese Grundstücke zu erhalten, führte der Totalunternehmer einen öffentlichen Ideenwettbewerb durch. Nach der Wahl eines Projektvorschlags beauftragte der Bauherr den TU mit der Ausarbeitung und Koordination des Vorprojekts.

Da der vom TU ausgearbeitete Kostenvoranschlag auf Basis Vorprojekt die gestellten Bedingungen in Bezug auf die Investitionskosten im Vergleich zu den Mietkosten erfüllte, entschied sich der Bauherr für eine definitive Durchführung des Bauprojekts.

Der Bauherr entschied sich, für die gesamte Abwicklung (Abb. 6.63, Abb. 6.64) des Projekts den bisherigen TU zu beauftragen und keinen Wettbewerb zu veranstalten, da der bisher aktive TU

- schon umfangreiche Vorleistungen für das Projekt erbracht hatte,
- gegenüber der Konkurrenz einen Wissensvorsprung besass,
- durch seine bisherigen Aktivitäten sein Know-how und seine Zuverlässigkeit unter Beweis gestellt und dadurch das Vertrauen des Bauherrn gewonnen hatte,
- die Bedingung des Bauherrn in Bezug auf die maximalen Investitionskosten mit dem Kostenvoranschlag auf Basis Vorprojekt erfüllt hatte und die weiteren Kriterien des Bauherrn nun die reibungslose und zuverlässige Abwicklung des Projekts darstellten.

6.6.2.2 Projektbeschreibung

Die erstellte städtische Überbauung beinhaltet zwei separate Gebäude, die durch begehbare Passerellen miteinander verbunden sind. Die Gebäude bieten Platz für 400 Arbeitsplätze. Aufgrund städtebaulicher Forderungen wurden mehrere Wohnungen und Ladenflächen für die Gebäude konzipiert. Zusätzlich verfügt die Überbauung über ein unterirdisches Parkhaus. Die Untergeschosse der Gebäude werden neben dem Parkhaus hauptsächlich für Lager und EDV-Räume benutzt.

6.6.2.3 Abwicklungsphasen und Erfolgsfaktoren

Phase: Projektentwicklung – Strategische Planung

Wichtige Schritte:

- Aufgrund seines Wachstums und seiner damaligen eingeschränkten baulichen Situation äusserte der Bauherr Ausbauwünsche für einen neuen zentralen Hauptsitz.
- Ein lokal ansässiger TU sicherte sich ein in Bezug auf die Ausbaupläne des potenziellen Bauherrn strategisch ideal gelegenes Grundstück.
- Der TU bot dem Bauherrn das Grundstück für eine mögliche Überbauung zum Kauf an.

- Um eine grössere Überbauung realisieren zu können, nahm der TU im Auftrag des Bauherrn Kontakt mit den Eigentümern zweier weiterer angrenzender Grundstücke auf und führte die Verhandlungen für deren Beteiligung an der geplanten Überbauung.

Erfolgsfaktoren:

- Beobachtung des Kundenmarktes und frühzeitige Sicherung eines strategisch ideal gelegenen Grundstücks durch den TU
- Aktives Zugehen auf den potenziellen Bauherrn und Anbieten einer Lösung für dessen Probleme (Überbauung auf dem gesicherten Grundstück)
- Verhandlungs- und Managementgeschick des TU im Umgang mit den benachbarten Grundeigentümern

Phase: Projektentwicklung – Vorstudie (Ideenwettbewerb)

Wichtige Schritte:

- Als Grundsatzentscheidung zur Fortführung des Projekts legte der Bauherr fest, dass die Investitionskosten für den Neubau, bezogen auf dessen geplante Nutzungsdauer, auf den m2 Nutzfläche gerechnet in der gleichen Grössenordnung liegen mussten wie die bisherigen Mietkosten pro m2 Mietfläche.
- Abklärung der städtebaulichen Vorschriften für das geplante Areal durch den TU
- Definition der funktionalen und ästhetischen Anforderungen durch den Bauherrn
- Organisation und Durchführung eines öffentlichen Ideenwettbewerbs, um einen Überbauungsvorschlag zu erhalten.
- Wahl eines Architekturvorschlags, der die funktionalen, ästhetischen und städtebaulichen Anforderungen am besten erfüllte.

Erfolgsfaktoren:

- Die relevanten Anforderungen an das Projekt seitens des Bauherrn und der Behörden wurden frühzeitig durch den TU abgeklärt und im Ideenwettbewerb als Anforderungen bekannt gegeben.
- Der öffentliche Ideenwettbewerb ermöglichte es, aus einer Vielzahl von Vorschlägen den für den Bauherrn bestmöglichen Vorschlag zu wählen.

Phase: Vorprojekt

Wichtige Schritte:

- Der Bauherr erteilte dem TU den Auftrag für das Koordinieren und Erarbeiten des Vorprojekts.
- Der TU erarbeitete und koordinierte das Vorprojekt. Gegenstand des Vorprojekts waren das Konzept, die Konstruktion, rechtliche Abklärungen, Berechnungen der Rendite und die Finanzierung. Für die einzelnen Konzepte wie z.B. das Haustechnikkonzept beauftragte der TU einzelne externe Fachplaner.
- Auf Basis des Vorprojekts erstellte der TU einen Kostenvoranschlag mit Kostendach.
- Aufgrund des Kostenvoranschlags mit Vergabebudget, Kostendach sowie einer Vereinbarung eines Value Engineering bei der Vergabe (Teilung des Vergabegewinns) entschied der Bauherr, dass das Projekt definitiv durchgeführt wird, da seine Bedingung in Bezug auf die maximalen Investitionskosten mit diesem Kostenvoranschlag erfüllt wurde.
- Der Bauherr hatte die Kompetenz, den Kostenvoranschlag mit Kostendach des TU mittels Vergleich der Raum-, Flächen- bzw. Nutzungseinheitskosten vergleichbarer Projekte in Bezug auf das Marktpreisniveau zu prüfen. Zudem überprüfte er die Finanzierungskosten mit den zurzeit üblichen Mietkosten.
- Der Bauherr entschied sich, den bisherigen TU direkt mit der weiteren Abwicklung zu beauftragen und keinen Wettbewerb durchzuführen, da der TU bereits einen Wissensvorsprung gegenüber der Konkurrenz hatte und durch seine Vorleistungen den Bauherrn von seiner Fähigkeit überzeugen konnte.
- Es erfolgten die Vertragsverhandlungen und der Vertragsabschluss zwischen dem Bauherrn und dem TU. Der TU-Werkvertrag beinhaltete den Kostenvoranschlag mit Kostendach sowie Positionen mit offener Abrechnung.

Erfolgsfaktoren:

- Infolge der Projektentwicklungsvorleistungen erhielt der TU den Auftrag für das Vorprojekt.
- Durch das Einbeziehen von Fachplanern konnten die einzelnen Konzepte wie z.B. das Haustechnikkonzept auf der Stufe Vorprojekt schon

auf einem hohen Niveau ausgearbeitet und der Kostenvoranschlag mit Kostendach dementsprechend bereits weitgehend genau ermittelt werden.

- Der Kostenvoranschlag mit Kostendach erfüllte die Bedingungen des Bauherrn in Bezug auf die maximalen Finanzierungskosten, die sich aus den Investitionskosten ergaben.
- Durch den Vertrauens- und Wissensvorsprung gegenüber anderen Konkurrenten erhielt der TU den definitiven Auftrag für die Abwicklung des gesamten Projekts.

Phase: Bauprojekt

Wichtige Schritte:

- Der TU erarbeitete die Detailplanung in Zusammenarbeit mit seinen Fachplanern und dem Architekten.
- Abstimmung von Dienstbarkeiten zwischen den einzelnen Grundstückseigentümern
- Detaillierte Renditenberechung und Klärung der Vorfinanzierung
- Erarbeiten des Vorgehens zur Erstellung der Bauten
- Einreichung des Baugesuchs durch den TU und Erteilung der Baubewilligung

Erfolgsfaktoren:

- Die Projektorganisationen des TU und des Bauherrn und deren gemeinsame Kommissionen wurden in der Realisation schlank gestaltet, indem sie mit nur wenigen, aber dafür erfahrenen und entscheidungsfreudigen Schlüsselpersonen besetzt wurden. Dadurch konnten wichtige Entscheidungen innerhalb kurzer Zeit gefällt werden.
- Innerhalb der Projektorganisationen wurden zudem klare und rationelle Entscheidungswege festgelegt, indem eine Planungskommission auf Seite des TU die Planungen der Fachplaner koordinierte und kontrollierte sowie die Planungsresultate und die Entscheidungsgrundlagen für die Baukommission erarbeitete. Die Baukommission bestand aus Geschäftsleitungsmitgliedern seitens des Bauherrn, dem Projektleiter des Bauherrn sowie den Vertretern aus dem Totalunternehmen.

In dieser Kommission wurden sämtliche für das Bauvorhaben wichtigen Entscheidungen vom Bauherrn gefällt: Genehmigung der Projektphasen, Genehmigung grösserer Projektänderungen, Genehmigung der einzelnen Konzepte.

- Für den Haustechnikbereich wurde ein Fachkoordinator eingesetzt, der neben seiner eigenen Planung alle anderen Haustechnikplanungen koordinierte, Änderungsvorschläge von den Haustechnikplanern entgegennahm und in der Planungskommission präsentierte.
- Innerhalb des Projektteams herrschte ein gutes und faires Klima. Die Bauherrschaft setzte ihr Vertrauen in das Totalunternehmen.

Phase: Bauvorbereitung

Wichtige Schritte:

- Erarbeiten der Ausführungsplanung
- Durchführen der Submission für die Nachunternehmer und Abschliessen der Werkverträge mit den Unternehmern
- Spatenstich

Erfolgsfaktoren:

- Im TU-Werkvertrag vereinbarten der Bauherr und der TU ein Value Engineering für die Vergabe der einzelnen Bauleistungen der Werkgruppen (Gewerke) (Teilung des Vergabegewinns). Durch dieses Value Engineering konnten der Bauherr und der TU nach Abschluss der Werkverträge vom Preiszerfall im Baugewerbe profitieren

Phase: Ausführung

Wichtige Schritte:

- Zur schnelleren Umsetzung wurden mittels Simultaneous Engineering die Ausführungsplanung und die Ausführung parallel abgewickelt.
- Die Hauptarbeitschritte der Ausführung waren Abbrüche, Erstellen der Baugrube, Rohbau, Ausbau.

Erfolgsfaktoren:

- Der eingesetzte Baumeister wies auf der Baustelle eine hohe Führungskompetenz auf, so dass der TU in Bezug auf die Bauleitungsfunktion entlastet wurde.

Phase: Inbetriebnahme

Wichtige Schritte:

- Vor der Inbetriebnahme der Gebäude führte der TU zusammen mit einem externen Spezialisten integrale Tests der Haustechnikanlagen und deren Verknüpfungen mit dem EDV-Rechenzentrum durch.
- Die beiden erstellten Gebäude wurden vom Bauherrn abgenommen.
- Mängelbehebung durch den TU
- Es erfolgten die Einweihung der Gebäude und der Umzug des Bauherrn in die neuen Büroräumlichkeiten.

Erfolgsfaktoren:

- Mit der Durchführung der integralen Tests der Haustechnikanlagen und deren Verknüpfungen mit dem EDV-Rechenzentrum konnten etliche Probleme, die sich bei bestimmten Situationen im Betrieb gezeigt hätten, bereits vor der Inbetriebnahme behoben werden.

Phasen	Meilensteine / Entscheidungspunkte	Erfolgsfaktoren
Projektentwicklung – Strategische Planung	◆ Ausbauwünsche des Bauherrn infolge seines Wachstums ◆ Sicherung eines dazu ideal gelegenen Grundstücks durch den TU ◆ Anbieten des Grundstücks an den Bauherrn	Beobachtung des Kundenmarktes und frühzeitige Sicherung eines ideal gelegenen Grundstücks durch den TU Aktives Zugehen auf den potenziellen Bauherrn und Anbieten einer Lösung für dessen Probleme
Projektentwicklung – Vorstudie	◆ Entscheidung des Bauherrn bzgl. der maximalen Investitionskosten ◆ Entscheidung für die Durchführung eines Ideenwettbewerbs	Die relevanten Anforderungen an das Projekt seitens des Bauherrn und der Behörden wurden frühzeitig durch den TU abgeklärt.
Vorprojekt (TU)	◆ Auftragserteilung für das Vorprojekt an den TU Entscheidung des Bauherrn bzgl. der definitiven Durchführung des Projekts durch den bisherigen TU aufgrund des Kostenvoranschlags mit Kostendach und Teilung des Vergabegewinns ◆	Infolge der Projektentwicklungsvorleistungen erhielt der TU den Auftrag für das Vorprojekt. Fachplaner in das Vorprojekt involviert Vertrauens- und Wissensvorsprung gegenüber der Konkurrenz
Bauprojekt (TU)	◆ Wahl des Vorgehens zur Erstellung der beiden Gebäude ◆ Einreichung Baugesuch und Erteilung der Baubewilligung	Schlanke Projektorganisation Klare und rationelle Entscheidungswege innerhalb der Projektorganisation Einsatz eines Fachkoordinators für den Haustechnikbereich Gutes und faires Klima im Projektteam
Bauvorbereitung	◆ Wahl möglicher Subunternehmer ◆ Bewertung der Subunternehmerangebote und Wahl der Subs	TU und Bauherr teilten den Vergabegewinn nach festgelegtem Schlüssel.
Ausführung (TU)	◆ Fertigstellung des Bauwerks	Der eingesetzte Baumeister wies auf der Baustelle eine hohe Führungskompetenz auf, so dass der TU in Bezug auf die Bauleitungsfunktion entlastet wurde.
Inbetriebnahme	◆ Abnahme des Bauwerks ◆ Umzug und Inbetriebnahme	Durchführung integraler Tests bei den Haustechnikanlagen vor Übergabe der Gebäude

Abb. 6.63: Zusammenfassung Meilensteine und Erfolgsfaktoren für Beispielprojekt 2

6.6.2.4 Interaktion der Projektbeteiligten

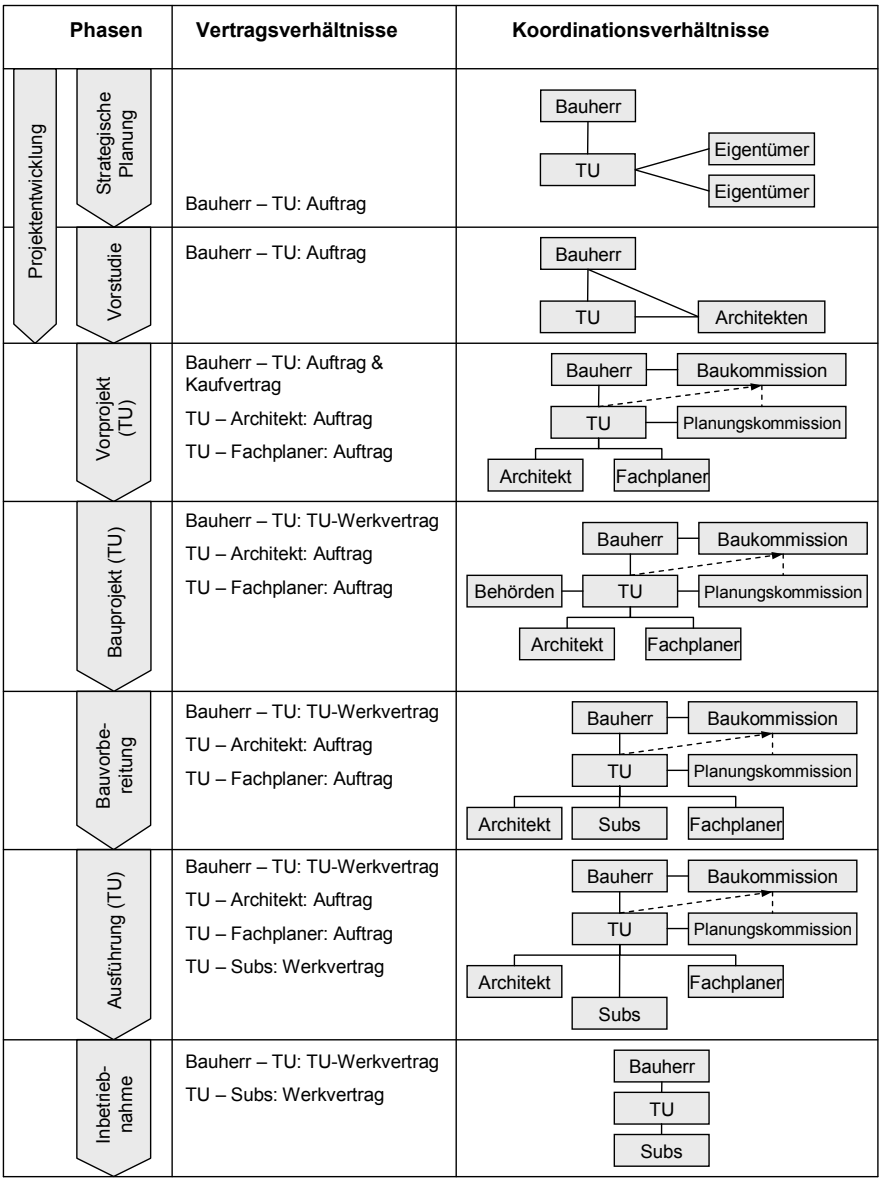


Abb. 6.64: Interaktion der Projektbeteiligten beim Beispielprojekt 2

6.6.3 TU-Abwicklungsform auf Wettbewerbsbasis (I)

6.6.3.1 Grundintention des Bauherrn und gewählte Abwicklungsform

Die Ausgangslage des öffentlichen Bauherrn stellte sich so dar, dass einzelne seiner Forschungseinrichtungen infolge eines stetigen Wachstums an unterschiedlichen Standorten in städtischer Lage verteilt waren. Um die Innovativität seiner Forschungen zu steigern, wollte der Bauherr die verstreuten Forschungseinrichtungen an einem zentralen Standort zusammenfassen. Durch die Verkürzung der Kommunikationswege zwischen den einzelnen Einrichtungen sollten Synergien für Neuentwicklungen entstehen.

Da sein grosser Mitarbeiterbestand vom Platzbedarf her ein entsprechend grosses Gebäude erforderte und trotzdem die Wege für persönliche Kommunikationen entsprechend kurz sein sollten, entschied sich der Bauherr, einen Architekturwettbewerb auf Einladung zu veranstalten. Aus diesem Architekturwettbewerb resultierte ein Projektvorschlag, für den anschliessend eine erste Kostenschätzung erarbeitet wurde.

Basierend auf dem Projektvorschlag und der Kostenschätzung beantragte der öffentliche Bauherr einen Kredit für den Neubau, der von der zuständigen Behörde auch gesprochen wurde. Für den Bauherrn galt nun als Hauptvorgabe die Einhaltung bzw. Unterschreitung des gesprochenen Kredits bei der Realisation des geplanten Bauvorhabens.

Da dieses Bauvorhaben vom Volumen und der Ausstattung her sehr anspruchsvoll war und der Bauherr die Verantwortung für den gesprochenen Kredit trug, entschied er sich, das Projekt mit einem Unternehmen abzuwickeln, das von der Grösse her in der Lage war, ihm in Bezug auf die Finanzen eine gewisse Sicherheit zu bieten. Daraus ergab sich für den Bauherrn als Wahl der Abwicklungsform ein zweistufiger TU-Wettbewerb.

Die erste Stufe dieses Wettbewerbs war die Präqualifikation der Unternehmen, um diejenigen Unternehmen zu selektieren, die zum einen prinzipiell in der Lage waren, das Bauvorhaben zu realisieren, und zum anderen die entsprechende finanzielle Sicherheit bieten bzw. die Risiken der Kosten- und Termingarantien tragen konnten. Aus der Präqualifikation resultierten sieben Totalunternehmer. Die zweite Stufe war die eigentliche TU-Submission. Die Projektabwicklungsphasen und Meilensteine sowie die Interaktion der Projektbeteiligten sind in Abb. 6.65 und Abb. 6.66 dargestellt.

6.6.3.2 Projektbeschreibung

Bei dem erstellten Gebäude handelt es sich um einen Komplex mit Labors und Büroräumen, die auf fünf Geschosse verteilt sind. Die Labors erfordern eine entsprechend anspruchsvolle Installation der Medien und der Haustechnik.

Die einzelnen Gebäudeteile werden durch einen Haupttrakt miteinander verbunden. Dadurch können die Verbindungswege zwischen den einzelnen Gebäudeteilen hergestellt werden.

Die Fassade besteht aus einem Grundrahmensystem, das mit Paneelelementen aus Glas und Metall ausgefacht ist.

6.6.3.3 Abwicklungsphasen und Erfolgsfaktoren

Phase: Projektentwicklung – Strategische Planung

Wichtige Schritte:

- Bedürfnisformulierung des öffentlichen Bauherrn, bisher verteilte Forschungseinrichtungen an einem zentralen Ort zusammenzufassen, um Synergien für Neuentwicklungen in der Forschung zu generieren.
- Benennung eines Benutzervertreters, der die Nutzeranforderungen der verschiedenen Forschungsbereiche für den Bauherrn ermittelte und koordinierte. Damit wurde sichergestellt, dass die Anforderungen des Nutzers von Anfang an über alle Projektphasen hinweg berücksichtigt werden konnten.
- Ausgehend von seinen Bedürfnissen definierte der Bauherr als Hauptanforderung, dass die Wege für persönliche Kommunikationen zwischen den Forschern kurz sein sollten und dass das Gebäude eine moderne und flexible Infrastruktur, vor allem in Bezug auf die Labors, aufweist.
- Der Bauherr entschied sich für das weitere Vorgehen dazu, einen Architekturwettbewerb auf Einladung zu veranstalten, um einen Projektvorschlag entsprechend seinen Anforderungen zu erhalten.

Erfolgsfaktoren:

- Entsprechend den Bedürfnissen des Bauherrn und der Nutzer wurden die Anforderungen definiert, die zwingend notwendig sind, damit das neue Gebäude diesen Bedürfnissen schlussendlich auch gerecht wird.
- Bestimmung eines Benutzervertreters bzw. Nutzerkoordinators in der Stabstelle des Bauherrn

Phase: Projektentwicklung – Vorstudie (Architekturwettbewerb)

Wichtige Schritte:

- Durchführung der Präqualifikation für den Architekturwettbewerb
- Durchführung des Architekturwettbewerbs. Die Teilnehmer mussten dabei vor allem die Hauptanforderung erfüllen, dass für die Mitarbeiter im Gebäude möglichst kurze Verbindungswege entstehen.
- Die Projektvorschläge wurden nach dem Erfüllungsgrad der Anforderungen bzw. der Funktionalität sowie der Ästhetik und der Eingliederung in das bebaute und natürliche Umfeld bewertet.
- Es erfolgte die Wahl des Bestvorschlags und eine Grobkostenschätzung der Erstellungskosten.
- Auf Basis des Projektvorschlags und der Grobkostenschätzung beantragte der öffentliche Bauherr ein Kredit bei der entsprechenden Behörde.
- Da der Bauherr nun die Verantwortung zur Einhaltung des gesprochenen Kredits trug und die Anforderungen an die Realisation des Gebäudes anspruchsvoll waren, entschied er sich, das Bauvorhaben mit einem entsprechend grossen Unternehmen in der Form eines Totalunternehmerprojekts abzuwickeln. Infolge der Grösse und den Anforderungen des Projekts entschied sich der Bauherr für die Durchführung eines zweistufigen TU-Wettbewerbs.

Erfolgsfaktoren:

- Um einen Projektvorschlag zu erhalten, der die vom Bauherrn definierten Anforderungen bestmöglich erfüllt, bietet sich die Durchführung eines Architekturwettbewerbs an.
- Die TU-Abwicklungsform bietet dem Bauherrn Sicherheiten in Bezug auf die Faktoren Kosten, Zeit und Qualität, da der TU die entsprechenden Risiken übernimmt. Bei grösseren Projekten fällt diese Überlegung bei der Wahl der Abwicklungsform durch den Bauherrn noch stärker ins Gewicht.

Phase: Vorprojekt durch den Architekten

Wichtige Schritte:

- Ausgehend von dem gesprochenen Kredit arbeitete der Architekt das Projekt auf Vorprojektstufe weiter aus.
- Da für das weitere Vorgehen die TU-Abwicklungsform gewählt wurde, diente das Vorprojekt der Erarbeitung der Submissionsgrundlagen für den TU-Wettbewerb. Infolge der Grösse und Komplexität des Projekts sowie des starken Vorbestimmtheitsgrads durch den vorausgegangenen Architekturwettbewerb war eine rein anforderungsorientierte Submission nicht möglich. Die einzelnen Vorprojekte für Architektur, Fassade, Statik, Haustechnik, Bauphysik waren auf einem unterschiedlichen Niveau ausgearbeitet worden. Daraus ergab sich, dass die verschiedenen fachspezifischen Vorprojekte teilweise funktionsorientiert (Funktionalausschreibung) bzw. leistungsorientiert (Leistungsverzeichnis) vorlagen.
- Für den gesamten Neubau wurde ein Baugesuch eingereicht und die Baubewilligung erteilt.

Erfolgsfaktoren:

- Die Wahl der Abwicklungsform eines Totalunternehmer-Wettbewerbs muss vor Beginn der Vorprojektphase getroffen werden, damit die entsprechend notwendigen Submissionsunterlagen erarbeitet werden können.

Phase: Durchführen einer TU-Submission

Wichtige Schritte:

- Die erste Stufe des TU-Wettbewerbs beinhaltete die Präqualifikation der Teilnehmer für die TU-Submission. Dabei wurden diejenigen Unternehmen selektiert, die prinzipiell in der Lage waren, ein entsprechend grosses und anspruchvolles Projekt zu realisieren, Erfahrung in der Abwicklung solcher Projekte hatten und die entsprechenden Kostenrisiken tragen konnten.
- Aus der Präqualifikation ergaben sich sieben Teilnehmer für die zweite Stufe des TU-Wettbewerbs.
- Die eigentliche TU-Submission wurde als Preis-Leistungswettbewerb ausgeschrieben. Daher orientierte sie sich nicht ausschliesslich am Preis, sondern auch am Ideengehalt bzw. den Unternehmervarianten.

- Infolge der unterschiedlichen Bearbeitungsstände der Submissionsunterlagen mussten diese von den Teilnehmern entsprechend differenziert ausgearbeitet werden.
- Während der Submissionszeit wurden zwei Fragerunden durchgeführt.
- Zur Auswertung der Offerten wurden zu Beginn bei den jeweiligen Anbietern die grössten Einsparpotenziale bestimmt. War der Vorschlag nicht realisierbar, aber innovativ, wurde dies dem Unternehmer als Annerkennung zum möglichen Einsparpotenzial für die Festlegung der Rangfolge angerechnet. Den vier Letztrangierten wurden Absagen erteilt und mit den drei Erstrangierten die weiteren Verhandlungen aufgenommen.
- Es erfolgte eine zweite Offertstellung an die Finalisten mit den in der Zwischenzeit vom Bauherrn zusätzlich gewünschten Leistungen.
- Nach den Verhandlungen und der Bereinigung der einzelnen Unternehmervarianten erfolgte schlussendlich die Entscheidung zugunsten des günstigsten Angebots.
- Es erfolgten die Vertragsverhandlungen mit dem erstrangierten Teilnehmer und der Abschluss eines TU-Werkvertrags mit einem globalen Werkpreis (Pauschalpreis mit vertraglichem Teuerungsvorbehalt) sowie einzelnen Budgetposten.

Erfolgsfaktoren:

- In diesem Wettbewerb konnte der TU das Bauobjekt und den Bauablauf stark optimieren. Hierzu organisierte er zusammen mit den zukünftig miteinbezogenen Fachplanern eine gezielte Suche nach Ideen und Verbesserungsmöglichkeiten, um ein grösstmögliches Einsparpotenzial und somit einen Kostenvorsprung zu erreichen.
- Durch die Optimierung des Bauprogramms konnte der beauftragte TU eine gegenüber der Konkurrenz relativ kurze Realisierungszeit anbieten.

Problematisch war es allerdings, die Submissionsunterlagen gemischt funktional- bzw. leistungsorientiert auszuschreiben. Damit kam es bei den Totalunternehmen teilweise zu irrtümlichen Interpretation über den Planungsstand der Submissionsunterlagen.

Phase: Bauprojekt

Wichtige Schritte:

- Mit den in der Submission schon miteinbezogenen Fachplanern sowie zusätzlichen Spezialisten bezog der TU ein gemeinsames Grossraumbüro und erarbeitete dort die gesamte Planung auf Stufe Bauprojekt und Ausführungsprojekt.
- Der TU führte die Submission für die Nachunternehmer durch und schloss die Werkverträge mit den Unternehmern ab.

Erfolgsfaktoren:

- Nach Abschluss des TU-Werkvertrags ist es erforderlich, dass der TU den bis zu diesem Zeitpunkt akkumulierten Wissensstand des Bauherrn durch Gespräche ermittelt und dessen Bedürfnisse gegebenenfalls noch detaillierter erfragt.
- Das Zusammenfassen aller beteiligten Fachplaner an einem zentralen Arbeitsort ergibt kurze Kommunikationswege, ein stärkeres Teamgefühl und eine verbesserte Nutzung von Synergien. Dies bedingt allerdings, dass die Teammitglieder, die aus unterschiedlichen Firmen stammen, eine gewisse Offenheit gegenüber dieser Arbeitsweise besitzen. Das Aufeinanderprallen unterschiedlicher Firmenkulturen oder Ansichten ist bei der gemeinsamen Arbeit in einem Grossraumbüro nicht zu unterschätzen.

Phase: Ausführung

Wichtige Schritte:

- Gemäss dem optimierten Bauprogramm wurden die Ausführungs- und Planungsarbeiten Hand in Hand abgewickelt (Simultaneous Engineering).
- In der Realisierungsphase brachte der Bauherr noch etliche Änderungswünsche an das Projekt an (erweiterte / geänderte Nutzeranforderungen).
- Über die Schritte Baugrube, Rohbau und Ausbau des Gebäudes erfolgte die Fertigstellung des Gebäudes.

Erfolgsfaktoren:

- Die parallele Abwicklung der Ausführungs- und Planungsarbeiten erforderte eine sorgfältige Koordination und Überwachung dieser Arbeiten.
- Bei Änderungswünschen des Bauherrn ist es erforderlich, ihn vor der Umsetzung dieser Änderungen auf die sich dadurch ergebenden Auswirkungen in Bezug auf Kosten, Zeit und Qualität aufmerksam zu machen.

Phase: Inbetriebnahme

Wichtige Schritte:

- Das Gebäude wurde nach Fertigstellung durch den Bauherrn abgenommen.
- Die einzelnen Mängel wurden durch den TU behoben.
- Es erfolgte der Umzug der Mitarbeiter in das neue Gebäude und die Aufnahme des Betriebs.

Erfolgsfaktoren:

- Schnelle und zuverlässige Mängelbehebung durch den TU

Phasen	Meilensteine / Entscheidungspunkte	Erfolgsfaktoren
Projektentwicklung / Strategische Planung	Bedürfnisformulierung des Bauherrn, bisher verteilte Forschungseinrichtungen an einem zentralen Ort zusammenzufassen Benennung eines Nutzer-koordinators als Stabstelle Entscheidung für die Durchführung eines Architekturwettbewerbs	Entsprechend den Bedürfnissen des Bauherrn und der Nutzer wurden die Anforderungen definiert, die zwingend notwendig sind, damit das neue Gebäude diesen Bedürfnissen schlussendlich auch gerecht wird.
Projektentwicklung / Vorstudie (Architektur-wettbewerb)	Präqualifikation für den Architektur-wettbewerb Durchführung Architekturwettbewerb Wahl des Bestvorschlags Beantragung eines Baukredits Entscheidung für die Abwicklungs-form mit dem TU-Modell	Um einen Projektvorschlag zu erhalten, der die vom Bauherrn definierten Anforderungen bestmöglich erfüllt, bietet sich die Durchführung eines Architekturwettbewerbs an. Die TU-Abwicklungsform bietet dem Bauherrn Sicherheiten in Bezug auf die Faktoren Kosten, Zeit und Qualität.
Vorprojekt (Architekt)	Erarbeiten der Submissions-grundlagen	Wahl der Abwicklungsform eines Totalunternehmer-Wettbewerbs vor Beginn der Vorprojektphase
TU-Wettbewerb / Vorprojekt (Architekt)	Präqualifikation für TU-Submission Baugesuch und Baubewilligung	
TU-Wettbewerb	Ausschreibung TU-Wettbewerb Auswertung der Offerten und Wahl der Finalisten Zweite Runde und Wahl des TU Unterzeichnung TU-Werkvertrag	Frühzeitiges Abklären der unterschiedlichen Bearbeitungsstände in den Submissionsunterlagen Erreichen eines Kostenvorsprungs durch gezieltes Optimieren des Bauobjekts und des Bauablaufs
Bauprojekt (TU)	Entscheidung des TU, die Planung in einem Grossraumbüro zu entwickeln Submission der Subunternehmer und Wahl der Subs	Das Zusammenfassen aller beteiligten Fachplaner an einen zentralen Arbeitsort ergibt kurze Kommunikationswege, ein stärkeres Teamgefühl und eine verbesserte Nutzung von Synergien.
Ausführung (TU) / Bauprojekt (TU)	Beginn der Ausführungsarbeiten	Die parallele Abwicklung der Ausführungs- und Planungsarbeiten erforderte eine sorgfältige Koordination und Überwachung dieser Arbeiten.
Ausführung (TU)	Ausbau des Gebäudes Fertigstellung des Bauwerks	Bei Änderungswünschen den Bauherrn auf die sich dadurch ergebenden Auswirkungen in Bezug auf Kosten, Zeit und Qualität aufmerksam machen.
Inbetrieb-nahme	Abnahme des Bauwerks Umzug und Inbetriebnahme	Schnelle und zuverlässige Mängelbehebung durch den TU

Abb. 6.65: Zusammenfassung Meilensteine und Erfolgsfaktoren für Beispielprojekt 3

6.6.3.4 Interaktion der Projektbeteiligten

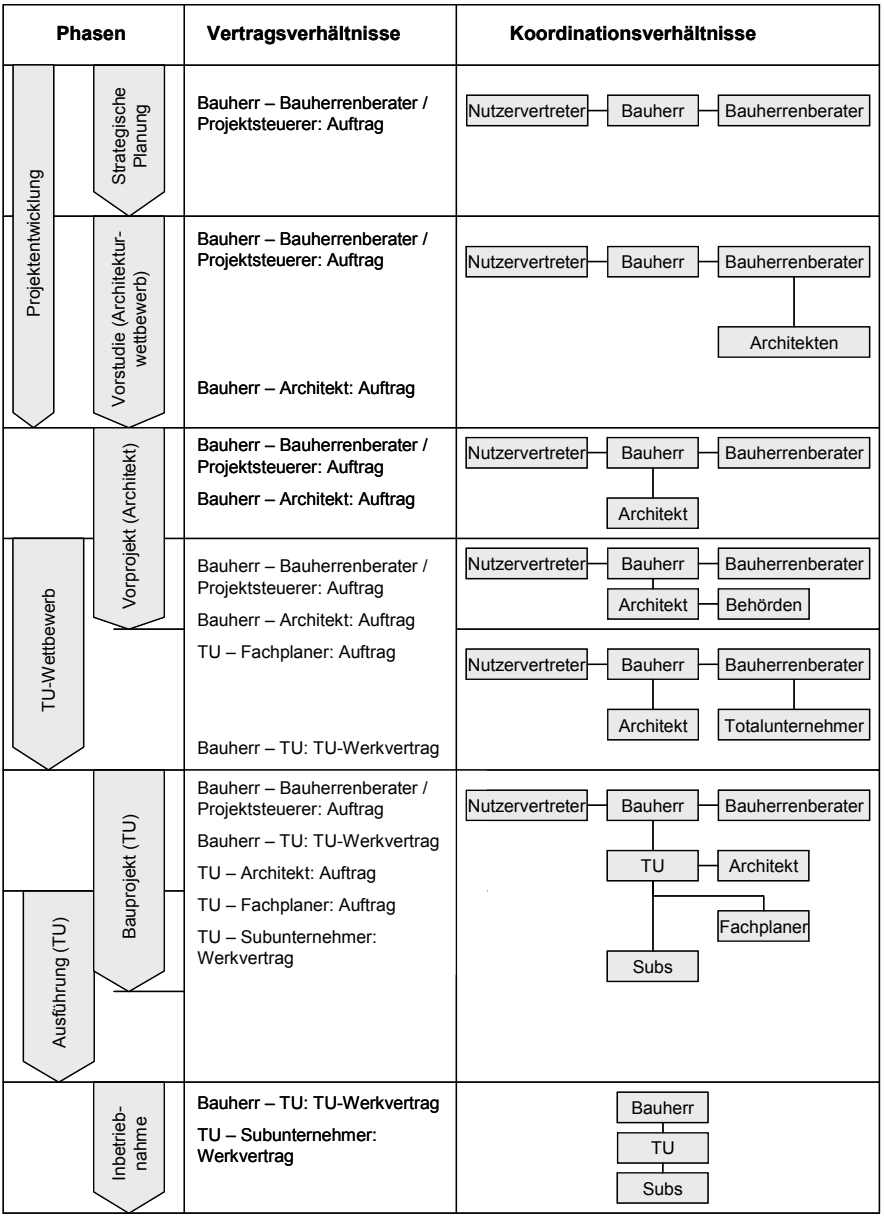


Abb. 6.66: Interaktion der Projektbeteiligten beim Beispielprojekt 3

6.6.4 TU-Abwicklungsform auf Wettbewerbsbasis (II)

6.6.4.1 Grundintention des Bauherrn und gewählte Abwicklungsform

Der Bauherr des nachfolgend beschriebenen Projekts ist innerhalb eines internationalen Grosskonzerns als Immobilienprofitcenter angesiedelt. Die Aufgabe dieses schlanken Profitcenters ist es, dem Kernunternehmen eigene oder gemietete Büro- und Arbeitsräume zur Verfügung zu stellen. Dem Profitcenter ist keine eigene Planungs- oder Bauabteilung angeschlossen, sondern es ist als Kompetenz- und Managementzentrum konzipiert, das zwar eigene strategische Planungen durchführt, aber konkrete Planungs- und Bauprojektsteuerungsaufgaben extern in Auftrag gibt.

Aufgrund des starken Wachstums in einem neuen Geschäftsfeld des Grosskonzerns erstellte das Profitcenter eine Prognose über den zukünftigen Bedarf an Arbeitsplätzen in der betroffenen Abteilung. Diese Prognose ergab, dass der Bauherr innerhalb von etwa zweieinhalb Jahren 1000 neue Arbeitsplätze benötigte. Infolge der Arbeitsweise dieser Abteilung mussten die Büroräume eine kommunikative, offene und innovative Atmosphäre vermitteln, um eine interdisziplinäre Zusammenarbeit zu unterstützen.

Neben etlichen anderen Liegenschaften besass der Bauherr seit einigen Jahren ein kellerartiges EDV-Betriebsgebäude, das sich durch seine niedrige Höhe, massive Bauweise und die grosse Gebäudefläche als Aufstockungsobjekt eignete. Der Bauherr beauftragte ein Architekturbüro mit der Ausarbeitung einer Machbarkeitsstudie zur Aufstockung dieses Betriebsgebäudes. Aufgrund der Machbarkeitsstudie entschied sich die Bauherrschaft, ein Baugesuch einzureichen, das in der Folge auch genehmigt wurde.

Der Bauherr entschied sich zu diesem Zeitpunkt ebenfalls, das Projekt im TU-Modell (Abb. 6.67, Abb. 6.68) mit Gesamtleistungswettbewerb abzuwickeln, da

- das Gebäude innerhalb von zwei Jahren ab diesem Zeitpunkt realisiert werden musste,
- die Aufgabe einer Aufstockung des Betriebsgebäudes unter Aufrechterhaltung des EDV-Betriebs anspruchsvoll war und ein entsprechendes Know-how erforderte,
- ein Team innerhalb kürzester Zeit ein baureifes Projekt entwickeln musste, das die Vorgaben der Bauherrschaft in Bezug auf die Arbeitsplatzgestaltung erfüllte,

- der Bauherr durch einen Wettbewerb ein Projekt mit einem für ihn optimalen Kosten-Nutzen-Verhältnis erhalten bzw. auswählen konnte,
- mit dem Gesamtleitungswettbewerb in einem Durchgang sowohl das Projekt wie auch der verbindliche TU-Preis festgelegt werden konnte,
- ein TU die Kosten- und Termingarantien übernehmen kann.

Der Bauherr beauftragte in der Folge einen Bauherrenberater, der mit der Organisation und der Durchführung des Gesamtleistungswettbewerbs betraut wurde. Da der Bauherr von Beginn weg nur Totalunternehmen berücksichtigen wollte, die bereits Erfahrung in der Abwicklung mit dem Gesamtleistungsmodell bei vergleichbaren Hochbauten hatten und die erforderlichen fachlichen Referenzen aufweisen konnten, selektierte er in Zusammenarbeit mit dem Bauherrenberater fünf geeignete Unternehmen. Diese Unternehmen wurden zur Teilnahme am Wettbewerb eingeladen.

Da infolge des Zeitdrucks für die Durchführung des Wettbewerbs nur zwei Monate zur Verfügung standen, entschloss sich der Bauherr dazu, vorgängig eine Liste mit geeigneten Architekten, Bauingenieuren, Haustechnikern und Bauphysikern zu erstellen. Die fünf TUs mussten aus dieser Liste vor dem Wettbewerbsbeginn innerhalb von zwei Wochen ein Team zusammenstellen. Da sich die TUs aus der Liste Architekten und Ingenieure aussuchen konnten, mit denen sie früher schon zusammen gearbeitet hatten, konnten einige der Wettbewerbteams eine höhere Anfangsgeschwindigkeit erreichen und schlussendlich auch reifere Projekte in dieser Zeit erarbeiten.

6.6.4.2 Projektbeschreibung

Bei diesem Projekt handelt es sich um eine Aufstockung eines bestehenden Betriebsgebäudes. Das fünfgeschossige Bürogebäude mit Glasfassade weist eine Länge von 130 m auf und bietet Raum für 1000 Arbeitsplätze. Der Neubau wurde speziell zur Förderung der interdisziplinären Zusammenarbeit konzipiert. Die kommunikative Kultur wird mit einem breiten Dienstleistungsangebot unterstützt: Ruhe- und Fitnessräume, Meeting Points, Think Tanks (geschlossene Räume zur Wahrung der Diskretion).

Dieses Gebäude wurde in einer Planungs- und Bauzeit von 14 Monaten realisiert.

6.6.4.3 Abwicklungsphasen und Erfolgsfaktoren

Phase: Strategische Planung

Wichtige Schritte:

- Infolge des starken Wachstums in einem neuen Geschäftsfeld des Bauherrn benötigte dieser innerhalb kürzester Zeit 1000 neue Arbeitsplätze.
- Der Bauherr suchte hierzu ein geeignetes Grundstück und selektierte dabei ein bestehendes Betriebsgebäude, das in seinem Besitz war und aufgrund der Geometrie die Möglichkeit einer Aufstockung bot.
- Als weiteren Schritt entschied sich der Bauherr, eine Machbarkeitsstudie für die Aufstockung des Betriebsgebäudes an ein externes Architekturbüro in Auftrag zu geben.
- Der Bauherr als Immobilienprofitcenter klärte intern mit den zukünftigen Nutzern die Anforderungen an Arbeitsplatzgrösse, Arbeitsplatzkonzept, Kommunikationskonzept und Sozialbereiche sowie die Grössenordnung der internen Mietbelastung der Abteilung ab.
- Aufgrund der Arbeitsweise seiner zukünftigen internen Nutzer legte der Bauherr als Bedingung fest, dass die Räumlichkeiten eine kommunikative, offene und innovative Atmosphäre vermitteln müssen.

Erfolgsfaktoren:

- Da das Gebäude in kürzester Zeit erstellt werden musste, suchte der Bauherr eine Lösung, die keine Tiefbauarbeiten erforderte.
- Die Anforderungen an die Realisationszeit, die Funktionalität, das Arbeitsplatzkonzept und die internen Mietkosten wurden vom Bauherrn schon früh definiert.

Phase: Vorstudie

Wichtige Schritte:

- Im Auftrag des Bauherrn führte ein Architekturbüro eine Machbarkeitsstudie über die Aufstockung des Betriebsgebäudes durch, woraus ein erstes Volumenprojekt resultierte.
- Der Bauherr bestimmte intern einen Nutzervertreter. In Zusammenarbeit mit dem Nutzervertreter wurde ein Raumprogramm erstellt.
- Basierend auf der Machbarkeitsstudie bzw. dem Volumenprojekt reich-

te der Bauherr ein Baugesuch ein und erhielt eine Baubewilligung für die Aufstockung.

- Der Bauherr entschied sich, für die Organisation und Durchführung des Wettbewerbs einen Bauherrenberater zu beauftragen.
- In Zusammenarbeit mit dem Bauherrenberater wurde die Projektdefinition erstellt sowie die Bewertungskriterien für die Wettbewerbsprojekte definiert.

Erfolgsfaktoren:

- Für die Erfassung und Bündelung der Nutzerbedürfnisse wurde ein Nutzervertreter eingesetzt, der aus der Organisation des Bauherrn stammt.
- Vor der Durchführung des Wettbewerbs hatte der Bauherr bereits eine Baubewilligung für ein Volumenprojekt. Um Zeit zu sparen, konnte somit im Wettbewerb die Vorgabe gestellt werden, dass die ausgearbeiteten Wettbewerbsprojekte die Randbedingungen aus der erteilten Bewilligung einhalten müssen, um so im Nachhinein garantiert bewilligungsfähig zu sein.
- Mit der Organisation und Durchführung des Wettbewerbs wurde ein erfahrener Bauherrenberater betraut.

Phase: TU-Gesamtleistungswettbewerb

Wichtige Schritte:

- In Anbetracht des Zeitdrucks selektierte der Bauherr in Zusammenarbeit mit dem Bauherrenberater fünf Totalunternehmen, die bereits Erfahrung in der Abwicklung mit dem Gesamtleistungsmodell hatten und die erforderlichen fachlichen Referenzen aufweisen konnten.
- Die ausgewählten Unternehmen wurden angefragt, ob sie zu einer Teilnahme am Wettbewerb bereit wären (Einladungsverfahren).
- In Zusammenarbeit mit dem Bauherrenberater erstellte der Bauherr eine Liste mit geeigneten Architekten, Bauingenieuren, Haustechnikern, Bauphysikern.
- Vor der Ausgabe der Wettbewerbsunterlagen mussten die fünf ausgewählten TUs aus der Liste mit den Architekten und Ingenieuren ein für sie passendes Team zusammenstellen. So konnten sie Architekten und Firmen auswählen, mit denen sie schon früher Erfahrungen gesammelt hatten.

- Den fünf Teams wurden die Wettbewerbsunterlagen abgegeben, die die Projektdefinition, das Raumprogramm mit Arbeitsplatzkonzept und die Unterlagen über das bestehende Gebäude beinhalteten.
- Die fünf Teams hatten zwei Monate Zeit, ihr Wettbewerbsprojekt auszuarbeiten.
- Die eingereichten Wettbewerbsprojekte wurden nach folgenden Bewertungskriterien beurteilt:
  - Gesamtkonzept (konzeptionelle Idee und Architektur): 15 %
  - Funktionalität (Erfüllung Raumprogramm): 20 %
  - Wirtschaftlichkeit (günstige Gesamtkosten): 25 %
  - Termine (kurze Bauzeit): 25 %
  - Qualitätsstandards (innovatives Ausbaukonzept): 15 %
- Das Gewinnerteam konnte eine kürzere Bauzeit als die Mitbewerber anbieten und war im Vergleich mit den Kosten pro Arbeitsplatz günstig.
- Es erfolgte der Vertragsabschluss mit dem TU des Gewinnerteams. Dabei wurde im TU-Werkvertrag ein Pauschalpreis festgesetzt sowie infolge der Wichtigkeit der kurzen Bauzeit eine Konventionalstrafe vereinbart.

Erfolgsfaktoren:

- Der TU selektierte vorgängig fünf TUs, die nachweislich Erfahrung mit dem Gesamtleistungsanbietermodell hatten.
- Die fünf TUs mussten sich ihr kompetentes Gesamtleistungsteam aus einer vorgegebenen Liste von Planern und Spezialisten zusammenstellen. In einigen Teams kannten sich der TU und der Architekt von früheren Projekten her. Diese Teams erreichten eine höhere Anfangsgeschwindigkeit und konnten reifere Projekte einreichen.
- Den fünf Teams wurden die Bewertungskriterien zu Beginn des Wettbewerbs bekannt gegeben, so dass sie ihre Projekte gezielt auf die Bedürfnisse des Bauherrn ausrichten konnten (z.B. kurze Bauzeit).
- Das Gewinnerteam überzeugte mit einer kurzen Bauzeit und einem architektonischen Grundkonzept, das den Bauherrn sehr ansprach.

Phase: Detailplanung und Ausführungsplanung (TU)

Wichtige Schritte:

- Da für die Abwicklung des Projekts nur wenig Zeit zur Verfügung stand und die Änderungswünsche auf ein Minimum reduziert werden sollten, veranstaltete der TU zu Beginn der Detailplanung einen dreitägigen Workshop, an dem alle am Projekt beteiligten Personen teilnahmen – neben dem TU, dem Architekten und den Fachplanern auch der Bauherr, der Nutzervertreter, die später für den Betrieb verantwortlichen Personen sowie der Bauherrenvertreter. In diesem Workshop wurden die Bedürfnisse der Kundenseite (Nutzer, Betrieb, Bauherr) genau ermittelt und direkt entsprechende Lösungen mit den Planern erarbeitet, so dass die Abhängigkeiten zwischen der Statik, Haustechnik, Elektroplanung etc. gleich geklärt werden konnten.
- Im Anschluss an den Workshop erfolgte die Detailplanung durch das Team des TU.
- Gleichzeitig erfolgten die Ausschreibung an die Nachunternehmer und der Abschluss der Werkverträge mit diesen.
- Infolge der kurzen Realisierungszeit wurden die Detailplanung, Ausführungsplanung und Ausführung parallel geführt (Simultaneous Engineering).

Erfolgsfaktoren:

- Mit der Durchführung eines dreitägigen Workshops zu Beginn der Detailplanung konnten alle relevanten Bedürfnisse der Kundenseite genau erfasst und diskutiert sowie gleich in die Planung umgesetzt werden. Dadurch sparte man Zeit, da diese Punkte nicht in separaten Sitzungen mit den einzelnen Entscheidungsträgern und Planern erarbeitet werden mussten. Es zeigte sich auch während der Realisation, dass fast keine Änderungswünsche mehr eingebracht wurden.
- Um eine kurze Realisierungszeit zu gewährleisten, wurden die Planung und Ausführung parallel abgewickelt.

Phase: Ausführung

Wichtige Schritte:

- Der Baubeginn erfolgte bereits zwei Monate nach dem Abschluss des TU-Werkvertrags.
- Infolge der kurzen Realisierungszeit wurden die Detailplanung, Ausführungsplanung und Ausführung parallel geführt (Simultaneous Engineering).
- Fertigstellung des Bauwerks

Erfolgsfaktoren:

- Um eine kurze Realisierungszeit zu gewährleisten, wurden die ersten Ausführungsarbeiten schon sehr früh in Angriff genommen.

Phase: Inbetriebnahme

Wichtige Schritte:

- Es erfolgte die Abnahme des Gebäudes durch den Bauherrn mit Unterstützung durch den Bauherrenberater.
- Für die Mängelbehebung wurden dem TU nach der Abnahme zwei Wochen eingeräumt.
- Die Arbeitsplätze wurden möbliert und verkabelt, so dass sie bei Bezug bereits getestet und voll funktionsfähig waren.
- Umzug und Bezug der Räumlichkeiten

Erfolgsfaktoren:

- Die Zeit für die Mängelbehebung und die Möblierung wurde von Beginn weg eingeplant.
- Da die Arbeitsplätze bereits vor dem Bezug auf ihre Funktionstüchtigkeit getestet wurden, konnten die Beschwerden der Mitarbeiter gering gehalten werden.

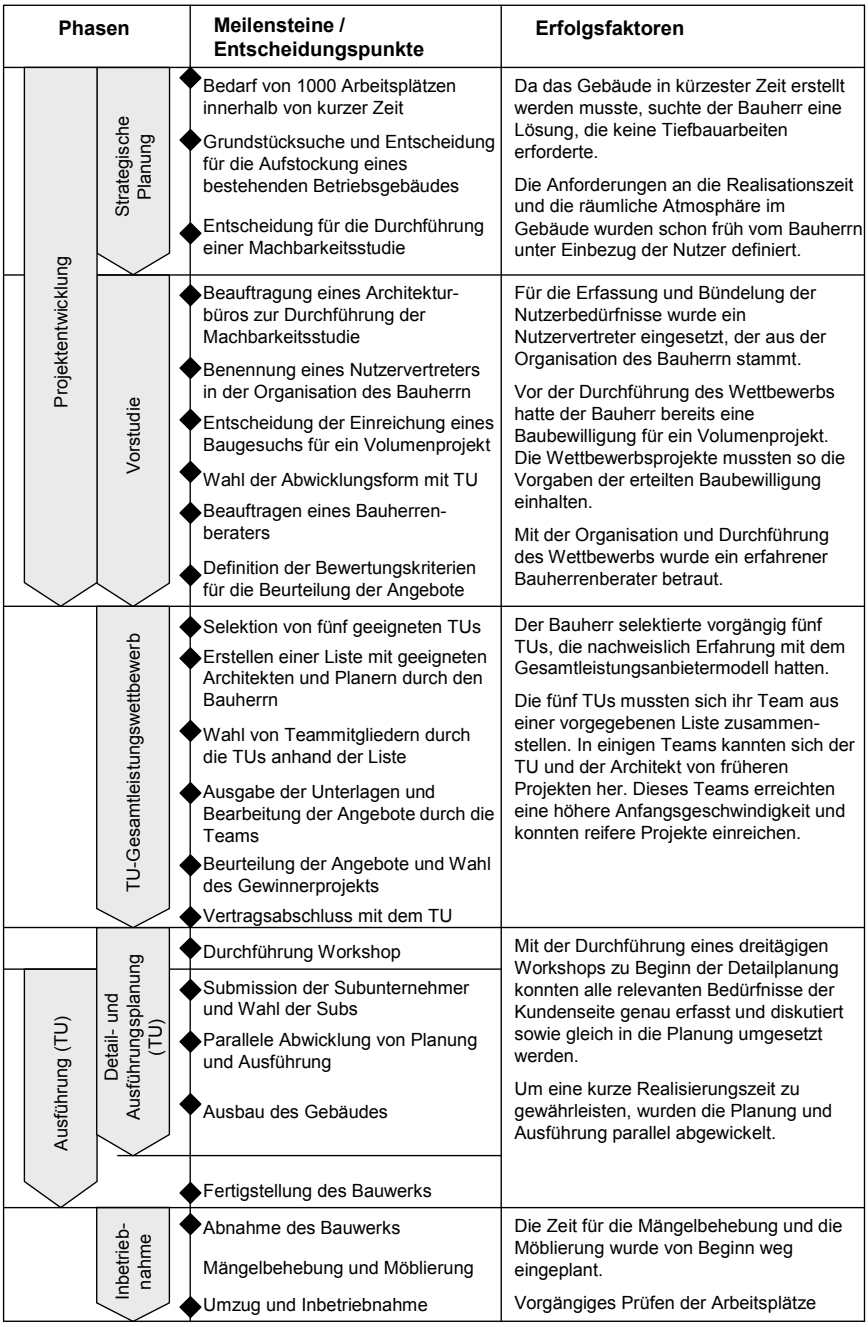


Abb. 6.67: Zusammenfassung Meilensteine und Erfolgsfaktoren für Beispielprojekt 4

6.6.4.4 Interaktion der Projektbeteiligten

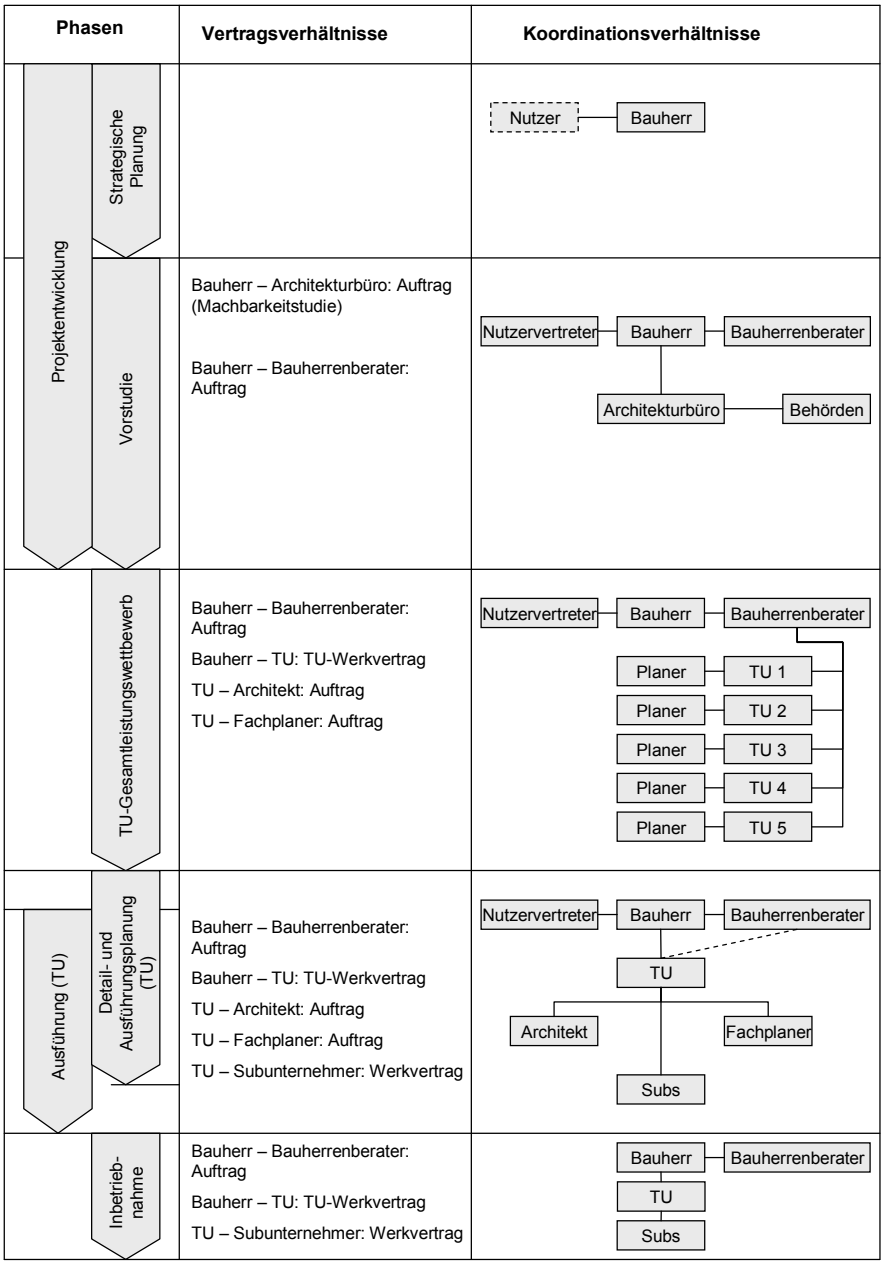


Abb. 6.68: Interaktion der Projektbeteiligten beim Beispielprojekt 4

6.6.5 TU-Abwicklungsform auf Basis einer eigenen TU-Projektentwicklung

6.6.5.1 Grundintention und Projektübersicht

Das alte Wankdorfstadion wurde 1954 eröffnet. Ab 1990 begann ein Schweizer Totalunternehmen aus Eigeninitiative mit der Projektentwicklung für ein neues Wankdorfstadion (Abb. 6.69). Die Grundeigentümerin der Parzelle ist die Bürgergemeinde Bern; der Eigentümer des Fussballstadions ist der „Verein Fussballstadion Wankdorf". Als Grundkonzept und Idee liegt der Projektentwicklung zugrunde, dass durch die Konzeptionierung eines multifunktionalen Gebäudekomplexes mit verschiedenen Nutzungen wie Shoppingcenter, Schule, Fussballstadion etc. Investoren aus der Privatwirtschaft für die Projektfinanzierung gewonnen werden können, die das gesamte Investitionsvolumen von 350 Mio. CHF unter sich aufteilen. Dadurch muss die öffentliche Hand selber keine wesentlichen finanziellen Beiträge leisten.

Das Nutzungskonzept beinhaltet einen multifunktionalen Gebäudekomplex mit folgenden Elementen:

- Fussballstadion mit 32'000 überdeckten Sitzplätzen, VIP-Logen und Business-Geschoss
- Warenhaus und 43 weitere Geschäfte
- 3 Restaurants
- Büroflächen und medizinisches Trainingscenter
- Wirtschaftsmittelschule Bern und Berufsschule für Verwaltung
- 8 Wohnungen
- Parking mit 700 Stellplätzen

Mit einem Bauvolumen von 620'000 m^3 ist das Wankdorfstadion noch grösser als der St. Jakob-Park in Basel mit 430'000 m^3.

Da diese Parzelle im bisherigen Zonenplan als Sportgelände ausgewiesen war, musste für die Umsetzung einer multifunktionalen Nutzung der Zonenplan geändert werden. Nach erfolgter Projektentwicklung, Abstimmung für die Zonenplanänderung und Durchführung eines Architekturwettbewerbs, trat das Totalunternehmen parallel zur Planungsphase an potenzielle Investoren heran und konnte eine Investorengruppe aus drei Unternehmen gewinnen (Warenhaus und Versicherungen). Diese Investorengruppe trat ab diesem Zeitpunkt als Bauherr des Neubaus Wankdorfstation auf.

Die Sprengung des alten Wankdorfstadions fand am 03. August 2001 statt. Die Inbetriebnahme des medizinischen Trainingscenters und der Schulen erfolgt im Jahr 2004. Bauende und Eröffnung des Fussballstadions und Shoppingcenters sind für das Jahr 2005 vorgesehen.

6.6.5.2 Abwicklungsphasen und Erfolgsfaktoren

Phase: Projektentwicklung – Konzept

Wichtige Schritte:

- Initiierung der Projektentwicklung durch einen Totalunternehmer (1990)
- Kontaktaufnahme des TU mit den Eigentümern und Erzielen eines gegenseitigen Einverständnisses
- Entwicklung des Grundkonzepts hinsichtlich des Finanzierungsmodells und Nutzungskonzepts (multifunktionaler Gebäudekomplex / Investoren)
- Abstimmung für die erforderliche Zonenplanänderung hinsichtlich einer multifunktionalen Nutzung (1997)

Erfolgsfaktoren:

- Initiative der Projektentwicklung durch den TU
- Hohes Engagement und Risikobereitschaft seitens des TU (finanzielle Vorleistung des TU von ca. 10 Mio. CHF bis zum Erhalt der Baubewilligung und Vertragsabschluss mit den Investoren).
- Professionelles Präsentieren der Ideen und aktives Marketing durch den TU
- Aus der Grundidee der multifunktionalen Nutzung und der Finanzierung durch private Investorensuche ergibt sich für die öffentliche Hand der Vorteil, dass sie das Projekt nicht selber finanzieren muss, aber trotzdem ein neues Stadion erhält. Für die Investoren resultiert durch die Idee der multifunktionalen Nutzung bzw. durch die Verteilung auf mehrere Mieter eine hohe Sicherheit und Konstanz in Bezug auf die Rendite.

Phase: Projektentwicklung – Architekturwettbewerb

Wichtige Schritte:

- Internationale Ausschreibung eines Architekturwettbewerbs für ein Gestaltungskonzept, basierend auf dem Nutzungskonzept (1998)
- Wettbewerb Phase 1: Selektion der Finalisten
- Wettbewerb Phase 2: Prämierung des Siegerprojekts

Erfolgsfaktoren:

- Beteiligung von internationalen Architektenteams

Phase: Bauprojekt

Wichtige Schritte:

- Ausarbeitung des Projekts auf Stufe Vor- und Bauprojekt
- Planung der Verkehrserschliessung (S-Bahn Station etc.)

Erfolgsfaktoren:

- Bei der Planung stellte TU für einzelne Gebäudeelemente Überlegungen in Bezug auf die Refinanzierung an: z.B. wurde eine gesamte Überdeckung des Spielfelds verworfen, da dies Mehrkosten von 20 Mio. CHF verursacht und nicht refinanziert werden kann. Deshalb wird das Dach nur bis zu den vorderen Sitzreihen gebaut.
- Planung eines Business-Geschosses und von VIP-Logen im Fussballstadion: hoher Ertrag pro m2
- Aussenanlage offen für verschiedenste Nutzungen: Markt, Feste etc.
- Stadion flexibel nutzbar für andere Veranstaltungen: z.B. Open-Air-Konzerte, Theater etc.

Phase: Investorensuche und -verhandlungen (parallel)

Wichtige Schritte:

- Suche nach Investoren aus der Privatwirtschaft durch den TU
- Klare Darstellung der Renditen und der Risiken
- Verhandlungen mit potenziellen Investoren (Investitionsvolumen: 350 Mio. CHF)

- Vertragabschluss mit den Investoren und Bildung einer Investorengruppe, die dann als Bauherr auftritt

Erfolgsfaktoren:

- Aktive Suche nach potenziellen Investoren durch den TU; professionelles Auftreten und Präsentieren durch den TU
- Absicht der Investoren: Anlageobjekt oder Beteiligung als Shoppingcenter; zudem positives Image als Fussballstadion
- Nutzen als Anlageobjekt: Qualitativ hochwertiges Bauobjekt, Bekanntheit des Wankdorfstadions, gute Verkehrserschliessung, hohe Sicherheit und Konstanz der Rendite durch die multifunktionale Nutzung mit mehreren Mietern (breite Mieterschaft, kleineres Risiko in Bezug auf die wirtschaftliche Situation der Mieter)
- Nutzen für das Shoppingcenter: Gute Lage des Gebäudekomplexes und gute Verkehrserschliessung, grosse Fläche für das Shopping, viel Publikumsverkehr durch die multifunktionale Nutzung
- Für zwei Drittel der Mietfläche konnte der TU die Mietverträge bereits vor Baubeginn abschliessen (Auflage der Baubewilligung): Sicherheit für die Investoren
- Gute Erfahrungen und Erkenntnisse aus dem Bau des St. Jakob-Parks in Basel durch denselben TU: positive Referenz und Vertrauenswürdigkeit gegenüber den Investoren

Phase: Genehmigungsplanung

Wichtige Schritte:

- Genehmigungsplanung 1: Das Nutzungskonzept beinhaltet derzeit noch ein Multiplex-Kino
- Erstes Einreichen zur Genehmigung und Zurückweisung infolge von Einsprachen wegen des Multiplex-Kinos
- Überarbeitung des Projekts; Verzicht auf das Multiplex-Kino und erneutes Einreichen zur Genehmigung
- Erreichen der Baubewilligung mit der Auflage, dass vor Baubeginn für zwei Drittel der Mietflächen Mietverträge abgeschlossen sind.

Erfolgsfaktoren:

- Der TU konnte mit der Komplexität des Projekts, die sich aus den Vorschriften und der Frage der Finanzierung ergab, gut umgehen.
- Aktive Öffentlichkeitsarbeit durch den TU

Phase: Mietersuche und -verhandlungen Phase 1 (parallel)

Wichtige Schritte:

- Aktive Mietersuche für die verschiedenen Mietflächen (Gastronomie, Shopping, Büro, Schule) durch den TU
- Mieterverhandlungen und Abschluss der Mietverträge, bis zwei Drittel der Mietfläche vermietet sind

Erfolgsfaktoren:

- Attraktive Lage und Bekanntheitsgrad des Wankdorfstadions, gute Verkehrserschliessung und viel Publikumsverkehr durch multifunktionale Nutzung

Phase: Ausführungsplanung

Wichtige Schritte:

- Durchführen der Ausführungsplanung
- Selektion und Wettbewerb für Nachunternehmer
- AVOR

Erfolgsfaktoren:

- Sorgfältiges Auswählen der Nachunternehmer
- Nutzung der Dachfläche für Solarzellen und -anlage (grösste Anlage der Schweiz mit 5500 m^2): positives Image für das Bauprojekt

Phase: Ausführung

Wichtige Schritte:

- Sprengung und Abbruch des alten Wankdorfstadions (August 2001)
- Spatenstich mit Festivitäten
- Baubeginn
- Aushub, Baugrube
- Rohbau und Montage des Daches (Solaranlage auf der Dachfläche)
- Innenausbau und Rasen

Erfolgsfaktoren:

- Starke Öffentlichkeitsarbeit durch den TU: Zuschauerplätze bei der Sprengung, Festivitäten beim Spatenstich, Anbieten gut organisierter Führungen für das breite Publikum

Phase: Mietersuche und -verhandlungen Phase 2 (parallel)

Wichtige Schritte:

- Aktive Mietersuche für die restlichen Mietflächen (Büro und Dienstleistung) durch den TU
- Mieterverhandlungen und Abschluss der Mietverträge
- Erfolgsfaktoren:
- Attraktive Lage und Bekanntheitsgrad des Wankdorfstadions, gute Verkehrserschliessung
- Bereits für zwei Drittel der Mietfläche Mieter unter Vertrag, die auch einen Anreiz für weitere Mieter bieten (Publikumsverkehr gewährleistet).

Phasen	Meilensteine / Entscheidungspunkte	Erfolgsfaktoren
Projektentwicklung - Konzept	Initiierung der Projektentwicklung durch den TU Kontaktaufnahme des TU zu den Eigentümern und gegenseitiges Einverständnis Entwicklung des Grundkonzepts hinsichtlich des Finanzierungs-modells und Nutzungskonzepts Abstimmung für die erforderliche Zonenplanänderung	Initiative der Projektentwicklung durch den Totalunternehmer Hohes Engagement und Risikobereitschaft seitens des TU Professionelles Präsentieren der Ideen und aktives Marketing durch den TU Grundidee der multifunktionalen Nutzung und der Finanzierung durch private Investorensuche
Projektentwicklung – Arch. wettbewerb	Internationale Ausschreibung eines Architekturwettbewerbs für ein Gestaltungskonzept Wettbewerb Phase 1: Selektion der Finalisten Wettbewerb Phase 2: Prämierung des Siegerprojekts	Beteiligung von internationalen Architektenteams
Bauprojekt / Investorensuche und -verhandlung	Ausarbeitung des Projekts auf Stufe Vor- und Bauprojekt Planung der Verkehrserschliessung Suche nach Investoren aus der Privatwirtschaft durch den TU Verhandlungen mit potenziellen Investoren	Überlegungen in Bezug auf die Refinanzierung Nutzen als Anlageobjekt: Sicherheit in Bezug auf Rendite Nutzen für das Shoppingcenter: Gute Lage, viel Publikumsverkehr
Genehmigungs-planung / Mietersuche und –verhandlung, Phase 1	Genehmigungsplanung und erstes Einreichen zur Genehmigung Aktive Mietersuche für die verschiedenen Mietflächen Überarbeitung des Projekts und Erhalt der Baubewilligung	Umgang mit der Komplexität des Projekts seitens des TU Aktive Öffentlichkeitsarbeit durch den TU Mietersuche: Attraktive Lage und Bekanntheitsgrad, gute Verkehrs-erschliessung und viel Publikumsverkehr durch multifunktionale Nutzung.
Ausführungs-planung / Mietersuche und –verhandlung, Phase 1	Vertragabschluss mit den Investoren und Bildung einer Investorengruppe (Bauherrschaft) Ausführungsplanung und Wettbewerb für Subunternehmer Abschluss der Mietverträge, bis 2/3 der Mietfläche vermietet sind	Gute Erfahrungen und Erkenntnisse aus dem Bau des St. Jakob-Park in Basel durch denselben TU: positive Referenz und Vertrauenswürdigkeit gegenüber den Investoren. Sorgfältiges Auswählen der Subunternehmer
Ausführung / Mietersuche, Phase 2	Sprengung und Abbruch des alten Wankdorfstadions Baubeginn, Baugrube, Rohbau	Starke Öffentlichkeitsarbeit durch den TU: Zuschauerplätze bei der Sprengung, Spatenstich, Anbieten organisierter Führungen für das breite Publikum
Ausführung / Inbetrieb-nahme / Mietersuche, Phase 2	Abschluss der Mietverträge für die restlichen Mietflächen	2/3 der Mieter unter Vertrag: Publikums-verkehr gewährleistet
Ausführung / Inbetrieb-nahme	Inbetriebnahme und Gesamt-eröffnung des Stadions	Zeitgleiches Eröffnen des Fussballstadions und Shoppingcenters

Abb. 6.69: Zusammenfassung Meilensteine und Erfolgsfaktoren für Beispielprojekt 5

Phase: Inbetriebnahme (parallel)

Wichtige Schritte:

- Inbetriebnahme des medizinischen Trainingscenters (2004)
- Inbetriebnahme der Schulen (2004)
- Gesamteröffnung des Fussballstadions und des Shoppingcenters (2005)
- Übergabe des Gebäudekomplexes an den „Verein Fussballstadion Wankdorf".

Erfolgsfaktoren:

- Zeitgleiches Eröffnen des Fussballstadions und Shoppingcenters: Vermeidung einer Beeinträchtigung der Bauarbeiten am Shoppingcenter durch frühere Eröffnung des Fussballstadions, wie dies im St. Jakob-Park in Basel der Fall war: Sicherheit der Baustelle, Beschränkungen vor und während Fussballspielen, Vermeiden von Konflikten in Bezug auf die Fertigstellung

6.6.6 CM-Abwicklungsform mit GMP als Fast-Track-Projekt

6.6.6.1 Grundintention des Bauherrn und gewählte Abwicklungsform

Der Bauherr des Projekts ist ein Technologie-Unternehmen aus der Chipindustrie. Für eine aktuelle Chipentwicklung benötigte er ein neues Produktionsgebäude. Infolge der Wettbewerbssituation in der Chipindustrie war es für ihn essentiell, das Produktionsgebäude frühestmöglich in Betrieb nehmen zu können (time to market).

Um die enge Zeitvorgabe bei der Abwicklung dieses Fast-Track-Projekts einzuhalten, entschied sich der Bauherr, das Projekt mit der Abwicklungsform des Construction Managements (CM) sowie mit dem GMP-Vertragsmodell (Guaranteed Maximum Price) zu realisieren (Abb**.** 6.70, Abb**.** 6.71, Abb**.** 6.72). Bei der Wahl dieser Abwicklungsform waren aus seiner Sicht folgende Überlegungen massgebend:

- Mit der Form des Construction Managements steht dem Bauherrn nur ein verantwortlicher Construction Manager gegenüber. Dadurch ergeben sich kurze Entscheidungswege. Der CM muss die Anforderungen des Nutzers, des Herstellers der Produktionsanlage und der anderen Baubeteiligten an das Gebäude koordinieren und realisieren.

- Damit die Planung optimiert werden kann, muss ein TU in einer sehr frühen Projektphase beauftragt werden. Die hohen Unsicherheiten in einer frühen Projektphase führen allerdings oft zu einem spekulativen Pauschalvertrag. Eine Alternative hierzu ist das GMP-Vertragsmodell sowie die Offenlegung der Kostenentwicklung durch den TU.
- Der Bauherr legte bei der Wahl des CM und des TU besonderen Wert auf Erfahrungen in der Zusammenarbeit mit Herstellern von komplexen Produktionsanlagen, die – aufbauend auf einem Grundkonzept – ihre Anlage für die Herstellung eines neuen Chips individuell weiter entwickelten bzw. neu konzipierten.
- Der Bauherr wollte eine Sicherheit über die tatsächliche Kostenobergrenze des Projekts. Bei Verträgen mit Pauschalpreis besteht immer das Risiko, dass infolge von Vertragslücken oder Vertragsunschärfen Nachträge seitens des Unternehmens eingereicht werden. Durch das Vertragsmodell mit GMP geht das ausführende Unternehmen gegenüber dem Auftraggeber die Verpflichtung ein, im Rahmen des Programms und Konzeptentwurfs die festgelegte Preisobergrenze unter allen Umständen einzuhalten. Kostenüberschreitungen werden hierbei zu 100 % vom Auftragnehmer übernommen, während bei Kostenunterschreitungen die Differenz zum GMP nach einem vorgängig vereinbarten Schlüssel zwischen dem Bauherrn und dem Auftragnehmer aufgeteilt wird (gläserne Taschen).
- Da der Auftragnehmer bei entstehenden Kosteneinsparungen finanziell beteiligt wird, besteht für ihn ein Interesse, das Projekt zu optimieren (Win-Win-Situation). Um eine Reduktion der Gesamtprojektdauer zu erreichen, ist eine zeitliche Optimierung und Parallelschaltung der Planungs- und Ausführungsschritte (Simultaneous Engineering) zwingend erforderlich.

6.6.6.2 Abwicklungsphasen und Erfolgsfaktoren

Phase: Programm und Konzept

Wichtige Schritte:

- Aufgrund einer aktuellen Chipentwicklung benötigte der Bauherr zur Produktion dieser Chips ein neues Produktionsgebäude. Infolge der Wettbewerbssituation in der Chipindustrie war es für den Bauherrn essentiell, das Produktionsgebäude frühestmöglich in Betrieb nehmen zu können.

- Der Bauherr entschied sich, für die Programm- und Konzeptphase einen Construction Manager zu beauftragen und anschliessend einen Wettbewerb mit dem GMP-Vertragsmodell durchzuführen.
- Die Programmphase wurde in Form eines Workshops abgehalten. An diesem Workshop nahmen unter Führung des Construction Managers verschiedene Fachpersonen des Bauherrn als Nutzervertreter, der Projektleiter des Bauherrn, der Hersteller der Produktionsanlage, verschiedene Fachplaner sowie wichtige Behördenvertreter teil. Ziel war es, die Bedürfnisse der Nutzer zu definieren und einen reibungslosen Projektablauf sicherzustellen.
- In der anschliessenden Konzeptphase wurde als Wettbewerbsgrundlage der Leistungsumfang auf funktionaler Basis so umfassend wie möglich beschrieben.

Erfolgsfaktoren:

- Der Bauherr entschied sich schon sehr früh für eine geeignete Abwicklungsform, die den Anforderungen eines Fast-Track-Projekts genügt. Diese Anforderungen sind hierbei ein früher Einstieg des TU in die Planung sowie die Parallelisierung und zeitliche Optimierung der Planungsschritte.
- Der Bauherr wählte einen CM mit Erfahrung in der Koordination, Abstimmung und Durchführung von Fast-Track-Bauprojekten mit Herstellern von Produktionsanlagen.
- Mit dem Veranstalten eines Workshops, an dem alle wichtigen Entscheidungsträger einschliesslich der Behördenvertreter teilnehmen, können die Bedürfnisse des Herstellers der Produktionsanlage und der zukünftigen Nutzer, die Randbedingungen und der mögliche Spielraum durch die Bauvorschriften sowie erste Lösungsmöglichkeiten schon sehr früh abgeklärt werden. So können mögliche Hindernisse bereits frühzeitig erkannt und umgangen werden.
- Die funktionale Leistungsbeschreibung muss so umfassend wie möglich sein, damit die Wettbewerbsteilnehmer eine verbindliche Preisobergrenze (GMP) anbieten können.

Phase: Wettbewerb mit GMP

Wichtige Schritte:

- Der Bauherr selektierte für den Wettbewerb geeignete Totalunternehmen, die die erforderliche fachliche Bau- und Prozesskompetenz aufwiesen. Neben der Bau- und Planungskompetenz war der Nachweis der erfolgreichen Zusammenarbeit mit Herstellern von Chip-Produktionsanlagen im Rahmen eines Simultaneous Engineering besonders wichtig. Der bisher beauftragte Construction Manager nahm ebenfalls am Wettbewerb teil.
- Auf Basis des Programms und der funktionalen Leistungsbeschreibung mussten die Teilnehmer einen GMP als verbindliche Preisobergrenze anbieten. Diese Preisobergrenze musste sämtliche Anforderungen der Funktionalbeschreibung umfassen, da ein späteres Nachbessern der Preise nicht erlaubt war.
- Der Bauherr führte mit den Bietern Verhandlungen auf Basis der Funktionalbeschreibung durch. Dabei vorgenommene Anpassungen wurden schriftlich festgehalten.
- Als Gewinner des Wettbewerbs resultierte der bisher beauftragte Construction Manager.
- Es erfolgte der Vertragsabschluss mit GMP. Des Weiteren war das Value Engineering ebenfalls Vertragsbestandteil. Dabei wurde auch der Schlüssel für die Aufteilung von eventuellen Kosteneinsparungen vereinbart.
- Für die weitere Abwicklung wurde das Open-Books-Verfahren („gläserne Taschen“) vereinbart, so dass der Bauherr Einblick in alle Projektvorgänge einschliesslich der Kostenentwicklung der für die Gewerke festgelegten Budgets hatte.

Erfolgsfaktoren:

- Damit die Planung optimiert werden kann, muss ein TU in einer sehr frühen Projektphase beauftragt werden. Die hohen Unsicherheiten in einer frühen Projektphase führen allerdings oft zu einem spekulativen Pauschalvertrag. Eine Alternative hierzu ist das GMP-Vertragsmodell sowie die Offenlegung der Kostenentwicklung durch den TU (Open-Books-Verfahren / „gläserne Taschen“).
- Der TU kann den angebotenen GMP in der Schlussabrechnung nicht überschreiten; er muss Überschreitungen zu 100 % selber übernehmen.

Um den TU zu Anstrengungen in der Optimierungsphase zu motivieren, wird bei Unterschreitung des GMP ein Bonus als Prozentsatz der am Ende festgestellten Kosteneinsparung vereinbart. In der Regel beträgt dieser Bonus 15 bis 50 % der Kosteneinsparung.

Phase: Genehmigungsplanung

Wichtige Schritte:

- Der Construction Manager (CM) führte mit seinen Planern unter Einbezug des Herstellers der Produktionsanlage die Gebäudeplanung auf Stufe Genehmigungsplanung durch. Dabei wurden laufend Optimierungen am Projekt vorgenommen (Value Engineering).
- Parallel dazu wurden die Planungen des Produktionsprozesses und der Produktionsanlage durchgeführt.
- Die Gebäudeplanung wurde auf den Produktionsprozess und die Produktionsanlage abgestimmt.
- Das Baugesuch wurde eingereicht und die Baubewilligung erteilt.

Erfolgsfaktoren:

- Aufgrund des frühzeitigen Einbezugs des TU in die Planung konnte dieser sein Know-how für ein qualifiziertes Value Engineering erfolgswirksam einbringen.
- Die vertraglich vereinbarte Aufteilung einer Kostenunterschreitung war ein wesentlicher Motivationsfaktor für den TU in Bezug auf Optimierungsanstrengungen.
- Die partnerschaftliche Atmosphäre zwischen dem Bauherrn und dem TU wurde durch das Open-Books-Verfahren bzw. die Offenlegung aller Projektvorgänge und der Kostenentwicklung positiv unterstützt. Eine partnerschaftliche Atmosphäre ist bei technisch anspruchsvollen Projekten, die unter hohem Zeitdruck ablaufen, ein wichtiger Erfolgsfaktor.
- Die Planungsarbeiten für das Gebäude und die Produktionsanlage wurden parallel geführt und aufeinander abgestimmt.

Phase: Ausführungsplanung

Wichtige Schritte:

- Der Construction Manager führte mit seinen Planern die detaillierte Bau- und Gewerkeplanung durch. Dabei wurden laufend Anpassungen an die sich auch in Planung befindliche Produktionsanlage und Optimierungen am Projekt vorgenommen (Value Engineering).
- Parallel dazu wurde die Produktionsanlage fertig geplant.
- Es erfolgte die Ausschreibung der Ausführungsarbeiten an die Nachunternehmer.
- Basierend auf den Vertragsverhandlungen mit den Nachunternehmern schloss der Construction Manager mit dem Bauherrn einen GMP-Vertrag ab.

Erfolgsfaktoren:

- Die vertraglich vereinbarte Aufteilung einer Kostenunterschreitung war ein wesentlicher Motivationsfaktor für den TU in Bezug auf Optimierungsanstrengungen.
- Durch die Optimierung des Planungsprozesses konnte schon früh mit der Bauausführung begonnen werden.

Phase: Ausführung

Wichtige Schritte:

- Die Bauausführung erfolgte noch während der Ausführungsplanung. Gemäss einem Simultaneous Engineering liefen die Ausführungsplanung und die Ausführung Hand in Hand.
- Mit dem Bau der Produktionsanlage bzw. deren Einzelelementen wurde noch vor der eigentlichen Bauausführung begonnen.
- Infolge der optimierten Bauablaufplanung konnte schon frühzeitig mit der Installation der Produktionsanlage begonnen werden.
- Fertigstellung des Bauwerks

Erfolgsfaktoren:

- Durch die Optimierung des Bauablaufs konnte schon früh mit der Installation der Produktionsanlage begonnen werden.

Phase: Inbetriebnahme

Wichtige Schritte:

- Es erfolgte die Abnahme des Bauwerks durch den Bauherrn.
- Fertigstellung der Installation der Produktionsanlage
- Tests und Inbetriebnahme der Produktionsanlage
- Bei der Schlussabrechnung konnte der TU eine Kosteneinsparung gegenüber dem vereinbarten GMP vorweisen, die gemäss dem festgelegten Schlüssel zwischen dem Bauherrn und dem TU aufgeteilt wurde.

Erfolgsfaktoren:

- Aufgrund der gewählten Abwicklungsform konnte das Produktionsgebäude gemäss den Zeitvorgaben des Bauherrn nach einer relativ kurzen Gesamtprojektdauer in Betrieb genommen werden.

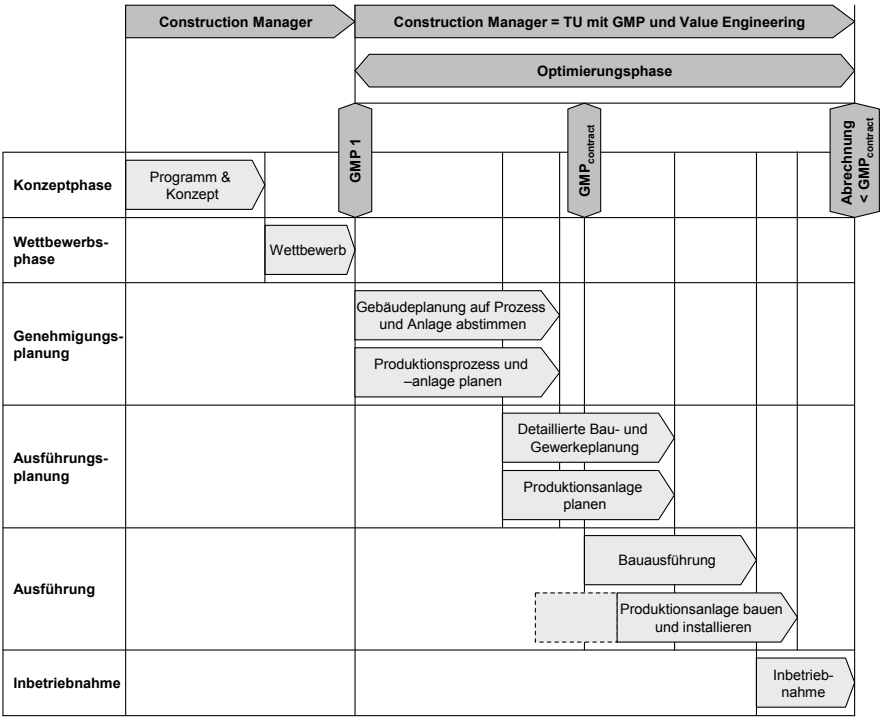


Abb. 6.70: Ablauf eines Construction Management- / Fast-Track-Projekts

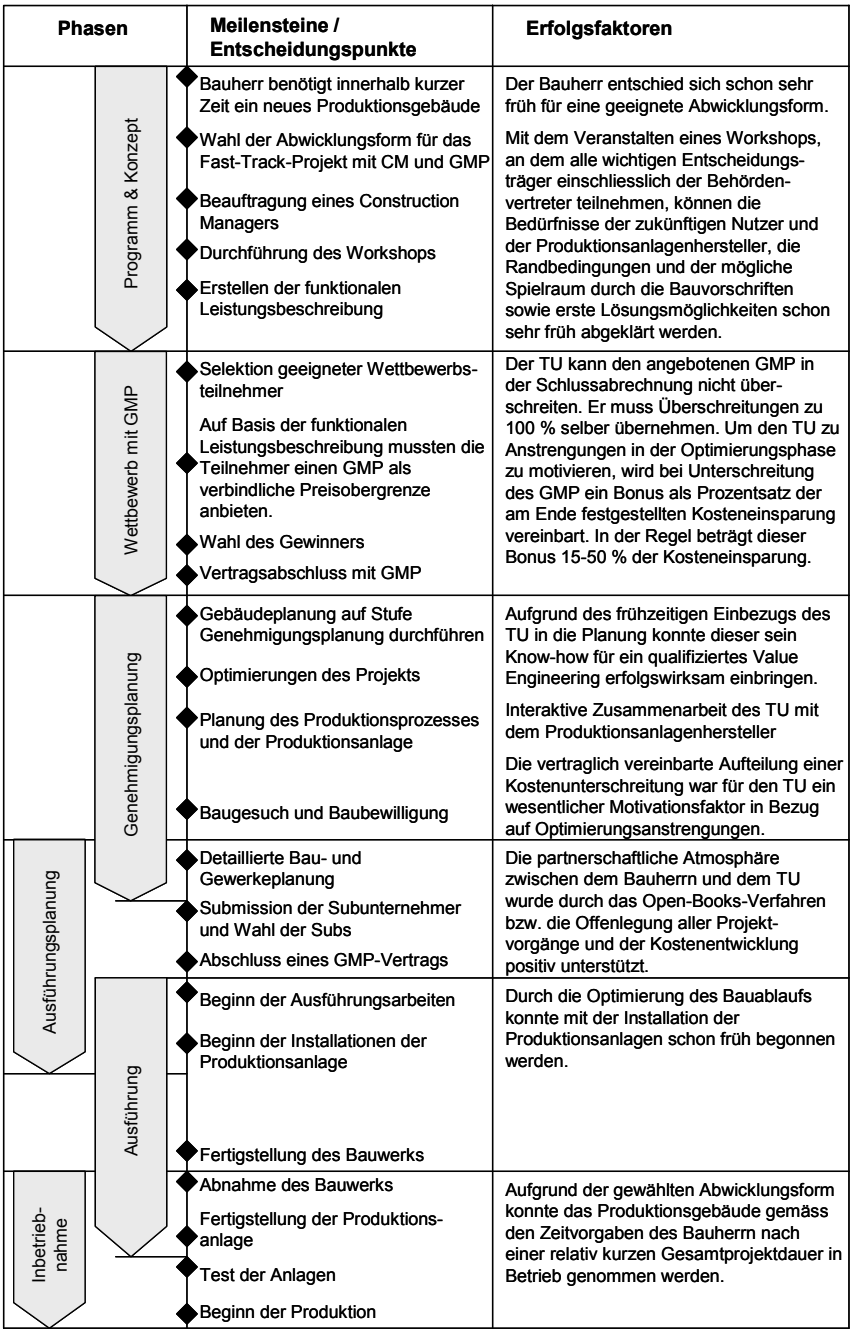


Abb. 6.71: Zusammenfassung Meilensteine und Erfolgsfaktoren für Beispielprojekt 6

6.6.6.3 Interaktion der Projektbeteiligten

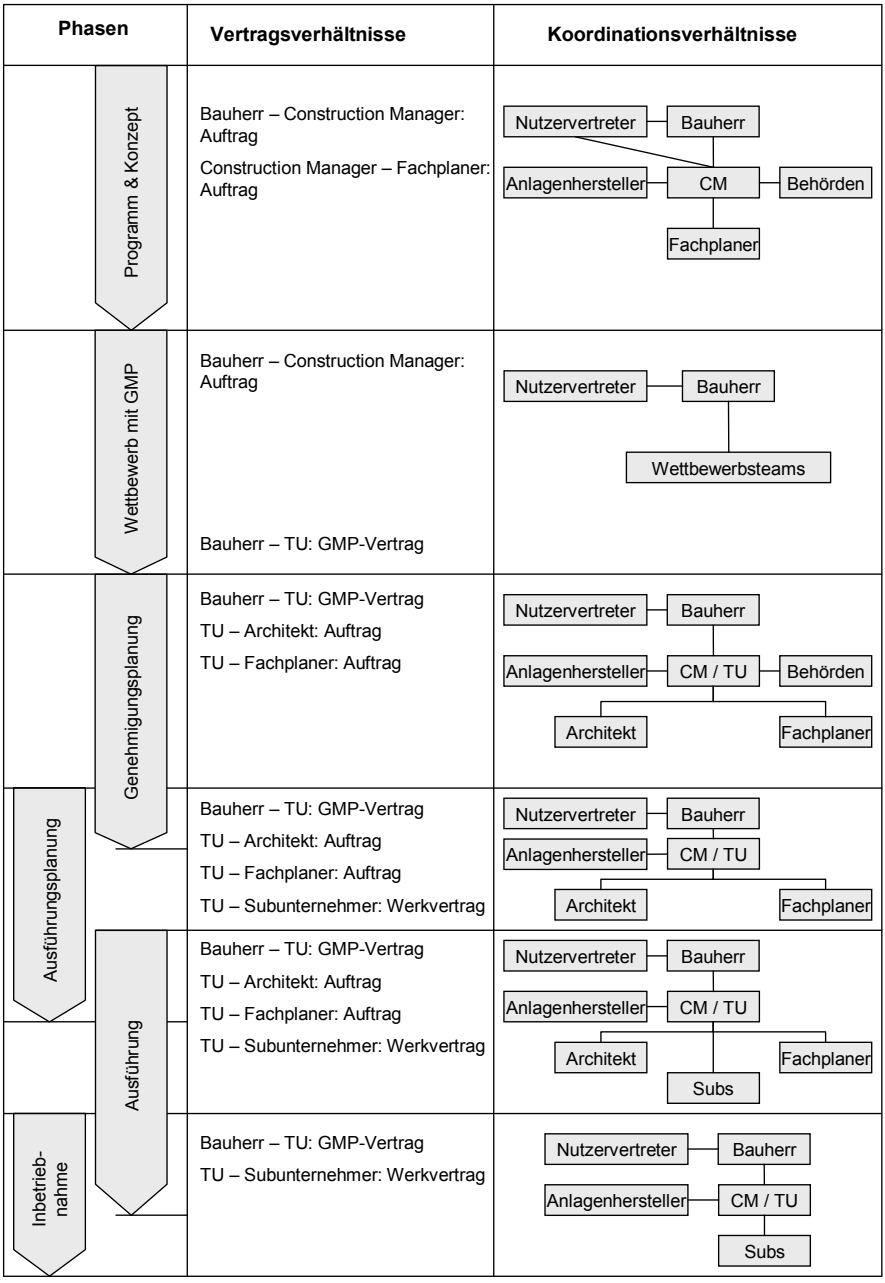


Abb. 6.72: Interaktion der Projektbeteiligten beim Beispielprojekt 6

6.7 Auswahlkriterien bei der Wahl eines TU oder Systemanbieters

Die Auswahl von Leistungsanbietern bei Bauprojekten sollte sehr sorgfältig erfolgen. Dabei ist der Preis ein wichtiges Entscheidungskriterium, jedoch wird eine Einengung der Entscheidung zur Vergabe einer Bauleistung nur auf den Preis allein deren Charakter nicht gerecht. Der Bauherr beauftragt einen Leistungsanbieter auch aufgrund seines Leistungspotenzials, da die Leistung – nach Auftragsvergabe – im Rahmen des weitgehenden immateriellen, interaktiven und integrativen Leistungserstellungsprozesses entsteht. Das Leistungspotenzial ist mit zunehmender Leistungsintegration vom Einzelleistungs- über den Generalleistungsträger zum Systemanbieter umfassender und komplexer. Die Transaktionen sind durch ihre Spezifität, Unsicherheit und Häufigkeit geprägt und durch Informationsasymmetrien gekennzeichnet, die so genannte „hidden characteristics / intentions / actions“ beinhalten können. Ferner weisen Bauleistungen besonders dann, wenn es sich um GU-, TU- oder Systemanbieterleistungen handelt, folgende Charakteristiken auf:

- Individualisierungsgrad
- Immaterialitätsgrad
- Interaktionsgrad
- Integrativitätsgrad

Bauleistungen haben einen hohen Individualisierungsgrad, man spricht auch von Unikatcharakter. Dies betrifft die Umgebung sowie das Bauprojekt selbst.

Bauleistungen lassen sich nur mit einem hohen Dienstleistungsanteil bezüglich Planung und Koordination umsetzen. Die Sachleistung, z.B. Erstellung eines Rohbaus, ist eingebettet in Planungs- und Koordinationsleistungen (Abstimmung mit dem Bauherrn, mit Nachunternehmern, Behörden, Versicherungen etc.). Die komplexen Leistungen der Spezialisten müssen zu einer Gesamtleistung integriert werden. Ferner müssen die Vorgaben / Interaktionen des Vertrags zwischen dem Bauherrn und dem Leistungsanbieter integriert werden; dies trifft auch für die Leistungsanbieter untereinander zu. Man erkennt daraus, dass Bauleistungen – besonders Gesamtleistungen – aufgrund ihrer Leistungsindividualisierung nur mit Integration des Kunden und der Nachunternehmer effizient erbracht werden können.

Daher darf der Leistungsanbieter nicht nur aufgrund des Preises ausgesucht werden, sondern auch nach

- Erfahrungseigenschaften und
- Vertrauenseigenschaften.

Zudem sollten so genannte Sucheigenschaften beurteilt werden. Die Erfahrungs- und Vertrauenseigenschaften erwachsen oft aus vorausgegangenen Ereignissen oder Erkundigungen über den Leistungsanbieter bei früheren Kunden. Um die Unsicherheiten, die mit der Auftragserteilung an einen unbekannten Leistungsanbieter verbunden sind, zu minimieren, sollte der Kunde, je nach Grösse des Projekts und Art der Projektabwicklungsform, eine differenzierte Beurteilung der Anbieter vornehmen und einer Nutzwertanalyse unterziehen.

Für die Vergabe von GU-, TU- oder Systemanbieterleistungen ist in Abb. 6.73 eine Selektionshierarchie angegeben.

Die Selektion kann dann mit einer Nutzwertanalyse analog zu Kapitel 4.1 durchgeführt werden. Die Hauptkriterien können in die Unterkriterien gemäss Abb. 6.73 unterteilt werden. Die Hauptkriterien ergeben bei voller Erfüllung den Wert 100 %. Die Unterkriterien eines jeden Hauptziels ergeben wiederum bei voller Erfüllung 100 %. Der Leistungsanbieter mit der höchsten Bewertung sollte den Auftrag erhalten.

Für die Hauptkriterien können beispielsweise folgende Bewertungsfaktoren verwendet werden:

- Erfahrungshintergrund des Anbieters 10 %
- Dienstleistungskompetenz des Anbieters 10 %
- Einschätzung der Kapazität des Anbieters 20 %
- Projektspezifisches Konzept des Anbieters 10 %
- Pauschalpreis / GMP mit Value Engineering 50 %

Die Bewertung der Leistungsanbieter erfolgt dann in einer Reihung nach der höchsten Punktzahl und kann noch in Kategorien von sehr gut bis unzureichend eingeteilt werden. Die Bewertungskriterien und ihre Gewichtung sollten projektspezifisch überprüft werden.

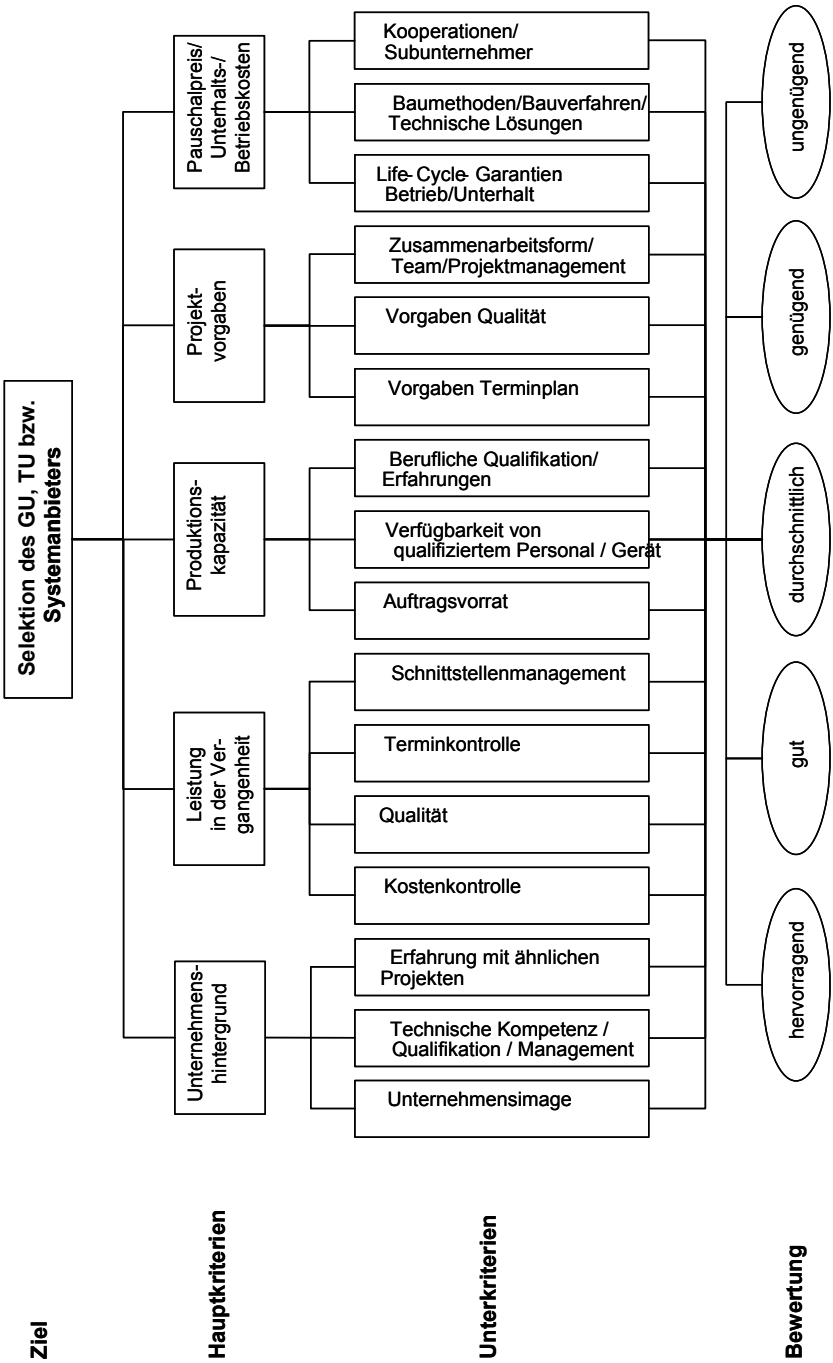


Abb. 6.73: Selektionskriterien für GU, TU und Systemanbieter

6.8 Vergleich von Planungszeit und -aufwand bei traditionellen und TU- bzw. Systemleistungswettbewerben

Beim traditionellen Projektablauf (ELT / GU) erfolgt die Vergabe an den Ausführenden nach ca. 80 % des Planungsumfangs und etwa 80 % der Planungszeit (Abb. 6.74 und Abb**.** 6.75), bei TU- und Systemanbieterprojekten dagegen in einer frühen Planungsphase.

Bei TU- und Systemanbieterprojektabwicklungsformen muss der Bauherr eine frühzeitige, entscheidungsreife, funktionale und ausschreibungsorientierte Planung durchführen. Das Ziel dieser Planung ist nicht, nur als Entscheidungsgrundlage für die Fortführung der nachfolgenden Planungsphasen zu dienen, sondern sie muss das Leistungsziel für die weitere Planung und Realisierung des Bauwerks ausreichend beschreiben, so dass ein Wettbewerb mit Preisbildung auf weitgehend gesicherter Basis erfolgen kann. Um Flexibilität für Änderungen oder Anpassungen während des Folgeprozesses nach der Ausschreibung und Vergabe zu gewährleisten – z.B. für Nutzeränderungen, für unwahrscheinliche oder vorhersehbare geologische Vorkommnisse – sind mögliche pauschale Eventual- und Störfallpositionen vorzusehen. Für solche TU- und Systemanbieterwettbewerbe erfolgt die Ausschreibung meist nach ca. 25 % der Planungszeit, jedoch mit ungefähr folgendem Planungsaufwand:

- Hochbauprojekte mit ca. 20 bis 25 % Planungstiefe mit Konzeptentwurf und funktionaler Beschreibung sowie Abklärung der Genehmigungsfähigkeit
- Tunnelbauprojekte mit ca. 35 bis 50 % Planungstiefe aufgrund der umfangreichen geologischen Erkundungen und des erforderlichen Planfeststellungsverfahrens (Planungsgenehmigungsverfahrens)

In Abb**.** 6.74 und Abb**.** 6.75 ist der mögliche Planungsaufwand für traditionelle Projekte im Wettbewerbsverfahren für ELT- und GU-Ausschreibung und für TU- und SysBau-Vergabe im Verhandlungsverfahren dargestellt, untergliedert in Hoch- und Tunnelbauprojekte. Die angegebenen Werte in Abb**.** 6.74 und Abb**.** 6.75 sind nur indikativ und können sich aufgrund des jeweiligen Unikatcharakters projektspezifisch verändern.

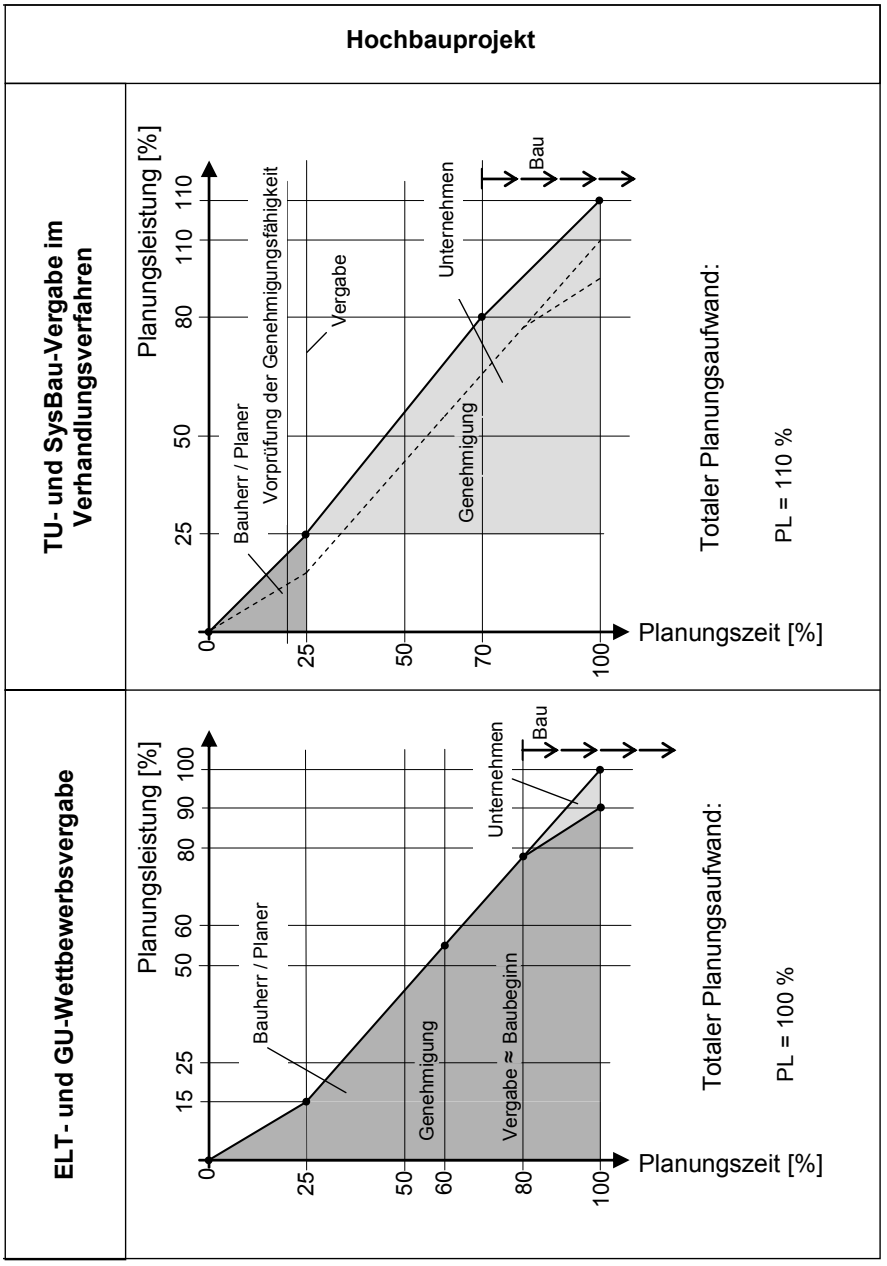


Abb. 6.74: Planungsaufwand von Bauherr und Unternehmer im Hochbau bei traditioneller Wettbewerbsvergabe und bei TU- und SysBau-Vergabe im Verhandlungsverfahren

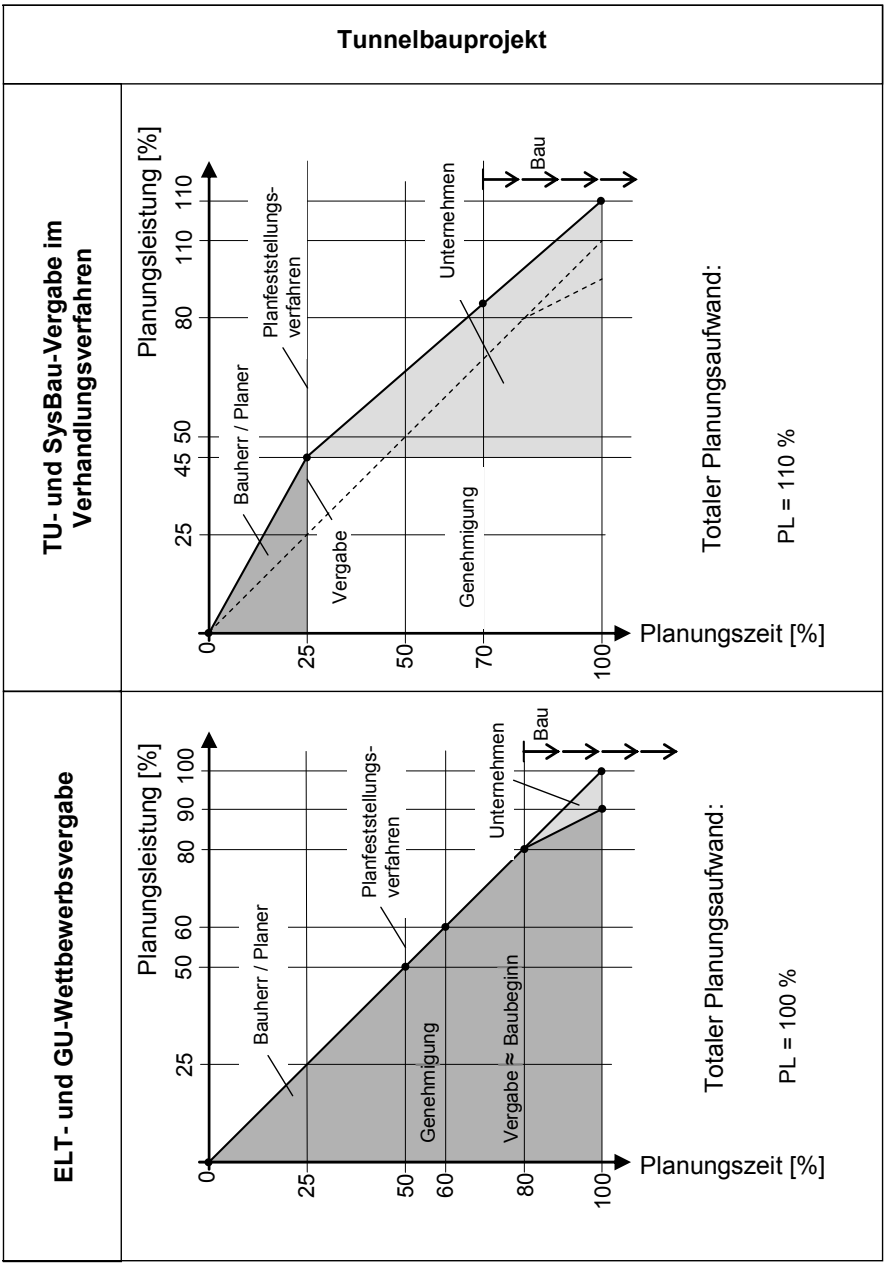


Abb. 6.75: Planungsaufwand von Bauherr und Unternehmer im Tunnelbau bei traditioneller Wettbewerbsvergabe und bei TU- und SysBau-Vergabe im Verhandlungsverfahren

Bei einem TU- und Systemanbieterprojekt erfolgt bis zur Vergabephase – meist während der Präqualifikation – parallel die Vorbereitung bzw. Fertigstellung der Funktional- und Qualitätsbeschreibung sowie des Bauherren-Vorentwurfs. Auf diesen Grundlagen können dann die Firmen ihren Ideen- und Leistungswettbewerb aufbauen. Dies ist die entscheidende Phase für den Bauherrn, um einerseits seine Vorstellungen zu definieren und andererseits gleichzeitig einen Ideen- und Innovationswettbewerb zu initiieren.

Der Planungsaufwand auf Bieterseite ist bei traditionellen Projektabwicklungsformen meist relativ gering (ca. 10 %). Im Allgemeinen muss der Unternehmer bei traditionellen Projektabwicklungsformen nur die Bauhilfsmassnahmen und Baustelleneinrichtung planen, wenn keine Alternative angeboten wird. Dagegen ist der Planungsaufwand bei TU- und besonders bei Systemleistungsangeboten auf Anbieter- und Vertragnehmerseite sehr hoch. Der Gesamtplanungsaufwand für eine TU- und SysBau-Vergabe im Verhandlungsverfahren ist in Abb. 6.74 und Abb. 6.75 dargestellt. Bereits in der Phase der Präqualifikation beginnt der Planungsaufwand der sich bewerbenden Unternehmen. Zwischen Ausschreibung und Vergabe müssen alle Unternehmen, die sich am Wettbewerb beteiligen, einen Vorentwurf entwickeln, der kostenmässig sicher bewertet werden kann; gleichzeitig muss eine System- und Qualitätsbeschreibung erstellt werden, aus der die angebotene Leistung transparent und detailliert definiert und bewertet werden kann.

Da bei TU- und Systemwettbewerben meist jedes Unternehmen ein eigenes Ideen- und Leistungsangebot erstellt, das sich möglichst von denen der Mitbewerber unterscheidet, erhöht sich für jeden Wettbewerbsteilnehmer der Planungsaufwand im Vergleich zu traditionellen Projekten. Der Gesamtplanungsaufwand aller Wettbewerber übersteigt den Aufwand der traditionellen Projekte um ein Vielfaches. Der Gesamtplanungsaufwand für einstufige und zweistufige TU- und Sysbau-Wettbewerbe ist in Abb. 6.76 und Abb. 6.77 dargestellt. Die Vorleistung des Bauherrn liegt zwischen 25 % und 40 % der Gesamtplanungsleistung. Die angegebenen Werte sind indikativ.

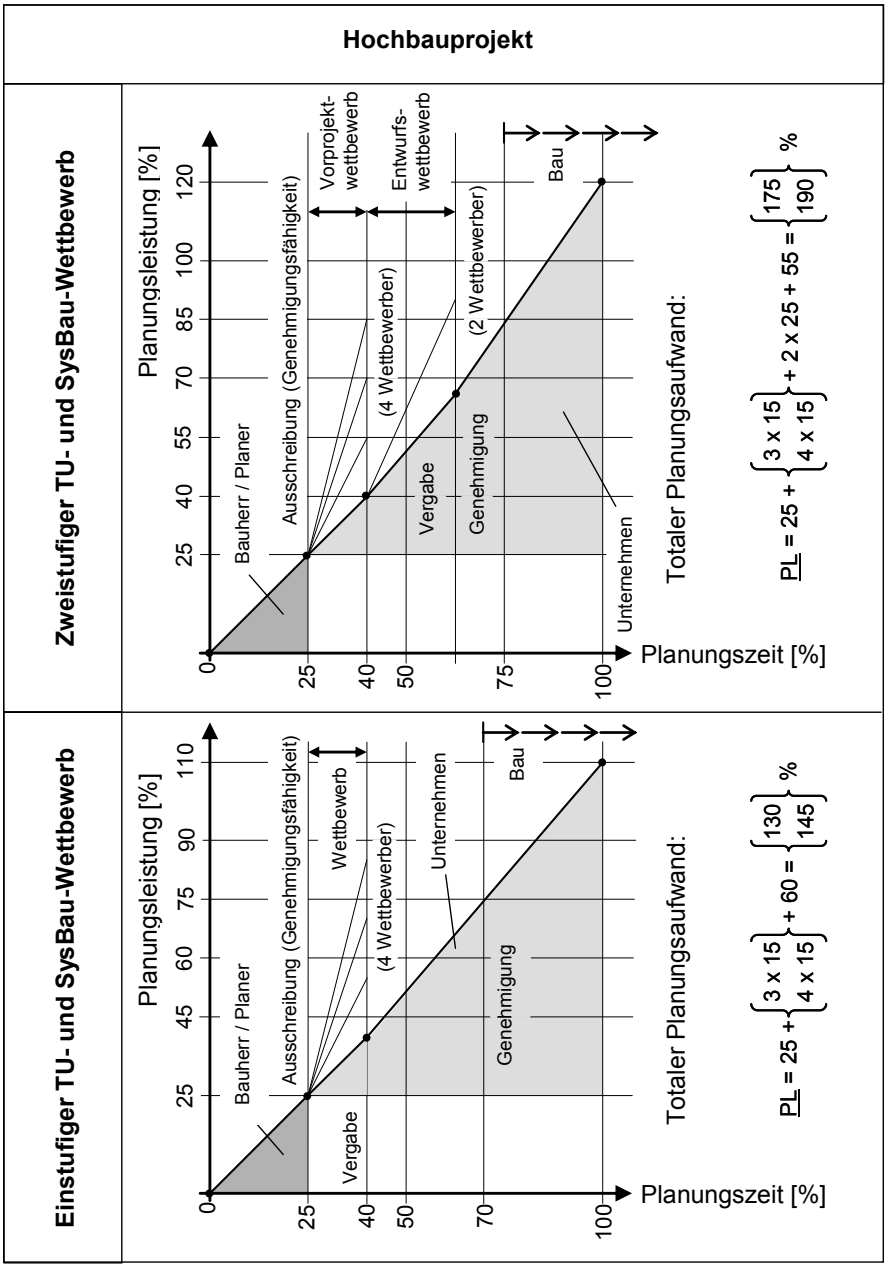


Abb. 6.76: Planungsaufwand von Bauherr und Unternehmern im Hochbau bei ein- und zweistufigen TU- und SysBau-Wettbewerben

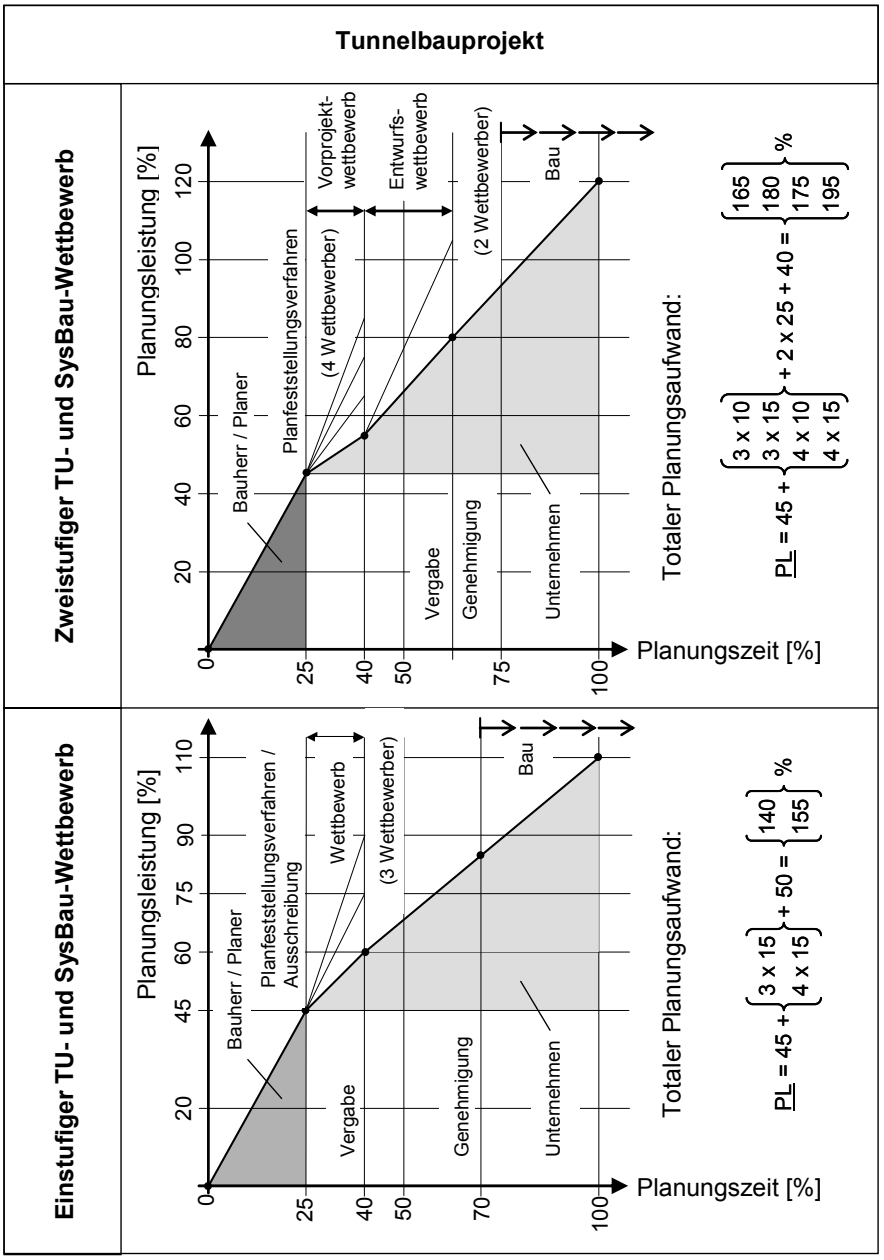


Abb. 6.77: Planungsaufwand von Bauherr und Unternehmern im Tunnelbau bei ein- und zweistufigen TU- und SysBau-Wettbewerben

Daher muss die berechtigte Frage gestellt werden, ob sich dies unter Gesamtwirtschaftlichkeitsbetrachtungen lohnt. Das Problem erfordert differenzierte Betrachtung. Projekte, die nur eine Lösung zulassen und kein alternatives Lösungspotenzial aufweisen, sollten traditionell ausgeschrieben und geplant werden. Projekte, die ein erhebliches Variations- und Lösungspotenzial beinhalten, sollte man jedoch dem Ideen- und Leistungswettbewerb unterziehen; insbesondere wenn es sich um Projekte handelt, die auf Life-Cycle-Kriterien optimiert werden sollen. Die optimalen Lösungen können dann meist nur durch den Wettbewerb des Optimierungspotenzials des Gesamtbauwerks (Abb. 6.78) herausgefiltert werden. Dies fordert die Unternehmen besonders hinsichtlich Innovationen heraus, um im Blickfeld des Kunden immer besser als die Konkurrenz zu sein.

Die zusätzlichen Planungskosten, die zwar hoch erscheinen, sind dann im Vergleich zu den Life-Cycle-Kosteneinsparungen in solchen Fällen sehr gering bis fast vernachlässigbar (Abb. 6.12). Aus den Kostenvektoren für den Planungsaufwand erkennt man, wie wichtig bei solchen Projekten eine Präqualifikation ist, um die Anzahl der Bewerber zu selektieren. Zu einem derartigen Wettbewerb sollten daher nur drei bis maximal fünf Unternehmen eingeladen werden, um die Planungskosten auf ein ausgeglichenes Nutzen-Kosten-Verhältnis einzugrenzen. Ausserdem sollten bei solchen Wettbewerben, insbesondere wenn sie zweistufig erfolgen, möglichst die Unternehmen, die den Zuschlag nicht erhalten, unter Wahrung ihres geistigen Eigentums eine Vergütung erhalten.

6.9 Zusammenfassung – Projektabwicklungsformen im Hochbau

Die verschiedenen Projektabwicklungsformen ermöglichen in unterschiedlichem Mass die Nutzung des Innovationspotenzials, das, unter Beachtung aller Entwicklungs- und Nutzungsphasen, in dem Produkt Bauwerk bzw. bauliche Anlage liegt. Wenn man nur die Projekt- und Bauphasen des Bauwerks ohne die Nutzungsphase betrachtet, erkennt man aus Abb. 6.78, dass der Wettbewerb bei den einzelnen Projektabwicklungsformen zu unterschiedlichen Phasen des Wertschöpfungsprozesses des Bauwerks beginnt. Dadurch werden unterschiedliche Optimierungspotenziale dem Wettbewerb ausgesetzt. Setzt der Wettbewerb erst vor der Ausführungsphase ein, dann sind Optimierungspotenziale kaum noch ohne erhebliche Planungsänderungen aktivierbar. Die in dieser Phase verbleibenden Optimierungspotenziale betreffen meist nur noch Teilbereiche, die das Bau-

werk als solches nicht mehr oder nur noch geringfügig verändern und sich somit meist nur auf die Ausführung der Gewerke beziehen. Setzt der Wettbewerb jedoch zu einer relativ frühen Phase des Bauprozesses ein, dann stehen erhebliche Optimierungspotenziale im Wettbewerb. Dieser „Wettbewerb der Optimierungspotenziale" ist nur durch die Leitplanken zur Erfüllung der Bauherrenbedürfnisse geführt. Da bei einem frühzeitigen Wettbewerb noch keine „one way"-Festlegung auf eine einzige Lösungsvariante stattgefunden hat, bietet dieser dem Bauherrn eine attraktive Möglichkeit, so zu der für seine Bedürfnisse besten Variante zu gelangen, wobei Kosten, Termine und Funktionalität weitgehend gesichert sind. Man kann daraus ableiten, dass es sich bei Projekten mit einer erheblichen Variantenvielfalt lohnt, eine Wettbewerbsform zu wählen, die das Optimierungspotenzial im Wettbewerb ausschöpft.

Ferner bieten die verschiedenen Projektabwicklungsformen dem Bauherrn in sehr unterschiedlichen Projektstadien die Möglichkeit, eine Kostensicherheit zu vereinbaren (Abb. 6.78). Die frühzeitige Kostensicherheit ist für Bauherren und Investoren von immer grösserer Bedeutung, besonders in Bezug auf die Mindestrendite, die ein Projekt erwirtschaften soll. Stellt man in späten Projektphasen fest, dass die kritische Kostengrenze zur Erwirtschaftung der Mindestrendite überschritten wird, ist man möglicherweise schon jeder Steuerungsmöglichkeit beraubt. Eine moderne Bauwirtschaft sollte dem Bauherrn solche Sicherheiten bieten können, und das in möglichst frühen Entscheidungsphasen.

Neben dem Wettbewerb, der die Optimierungspotenziale nutzt und zudem dem Bauherrn möglichst frühzeitig eine vertraglich vereinbarte, ausreichende Kostensicherheit garantiert, können in den verschiedenen Projektabwicklungsformen sehr unterschiedliche Beschleunigungspotenziale (Abb. 6.79) genutzt werden. Dies spielt heute bei Projekten mit hohem Druck bezüglich „time to market" und zur Verringerung der Vorfinanzierungskosten („return on investment") eine immer grössere Rolle. Abb. 6.80 stellt die qualitativen Beschleunigungspotenziale der verschiedenen Projektabwicklungsformen dar. In [176] wurden verschiedene Projektabwicklungsformen vergleichbarer Grossprojekte in den USA und in Hong Kong auf die mögliche Zeitersparnis bzw. das Beschleunigungspotenzial untersucht (Abb. 6.80). Aus der Untersuchung geht hervor, dass sich bei Systemanbieterleistungen durch parallelisierte, partnerschaftliche Abwicklung unter einer gesamtheitlichen Verantwortung für Leistungserstellung, Kosten, Zeit, Qualität und Koordination bis zu 25 % Zeitersparnis (time to market) herausarbeiten lassen. Zudem reduzieren die verschiedenen Projektabwicklungsformen für den Bauherrn in unterschiedlichem Mass das Schnittstellenmanagement.

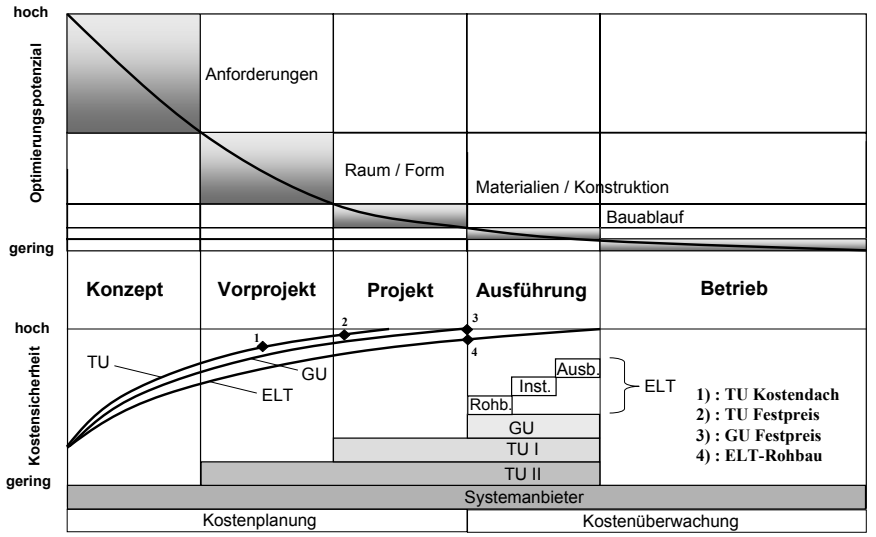


Abb. 6.78: Optimierungspotenzial und Kostensicherheit bei den verschiedenen Projektorganisationsformen

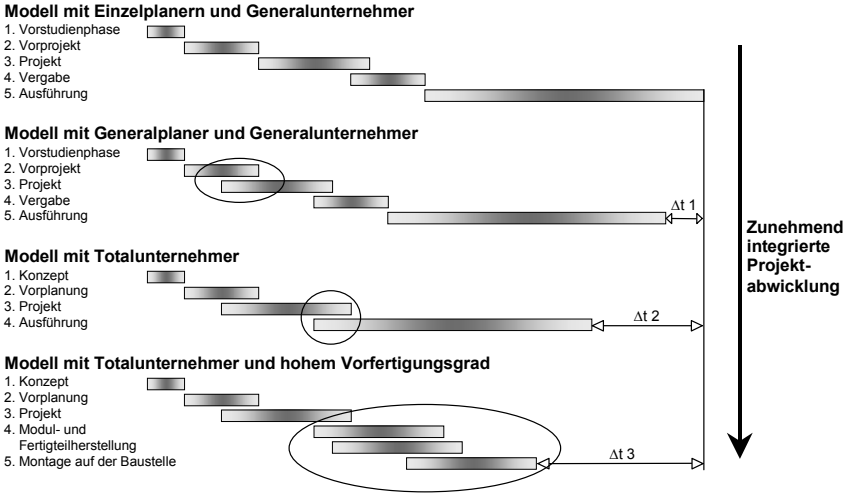


Abb. 6.79: Beschleunigte Projektrealisierung durch Parallelisierung von Prozessabläufen

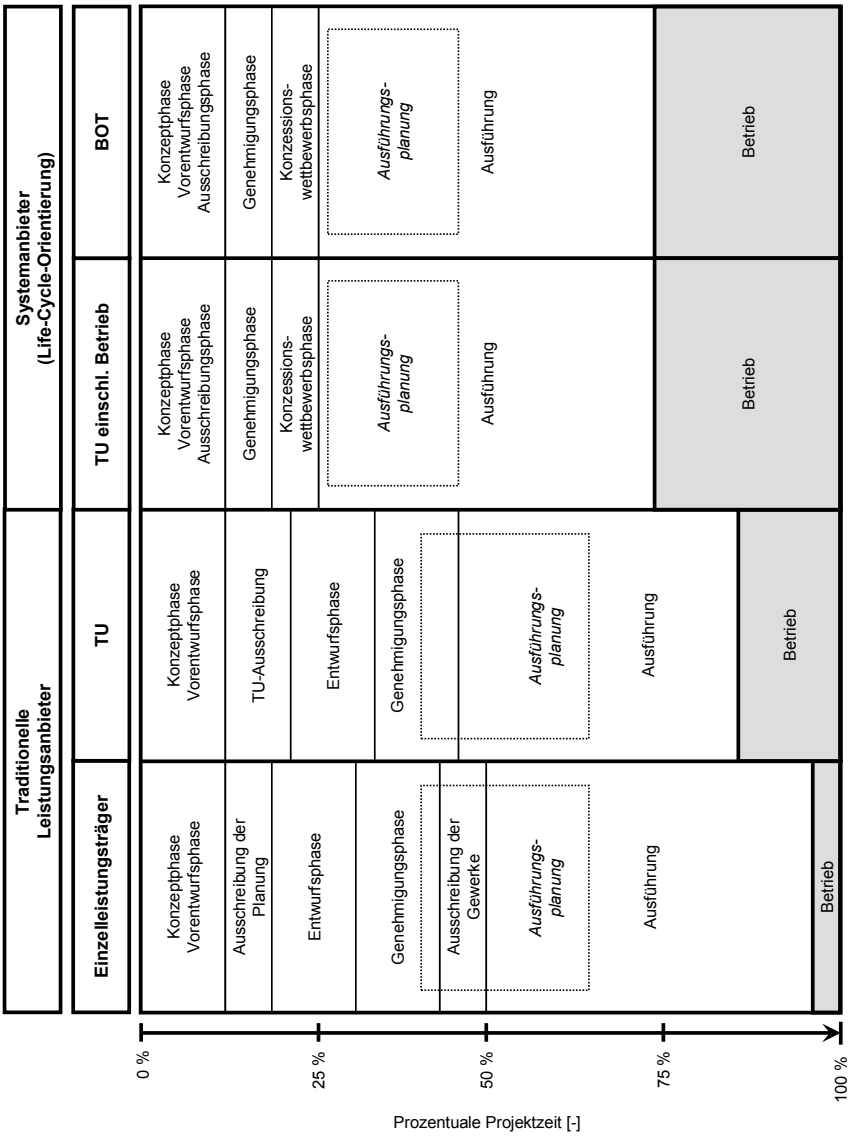


Abb. 6.80: Beschleunigungspotenziale der verschiedenen Projektabwicklungsformen für Grossprojekte (USA) – Phasen und zeitlicher Ablauf [176]

Neben den Aspekten Kostensicherheit und Beschleunigungspotenzial wirken sich auch die Gesamtinvestitionskosten bei den verschiedenen Projektabwicklungsformen unterschiedlich aus.

Untersuchungen [177] zeigen auf, dass die Projektabwicklungsform mittels Einzelleistungsträgern trotz des „reinen“ Preiswettbewerbs oft nicht – wie von Befürwortern dieser Abwicklungsform gern angeführt – zu den einschliesslich aller Nebenkosten geringsten Gesamtinvestitionskosten führt, und zwar häufig aus folgenden Gründen:

- Das Nachtragspotenzial ist grösser als bei anderen Projektabwicklungsformen mit höherem Integrationsgrad [75]
- Die Transaktionskosten (Projektmanagement, Aufwand für Aufmass und Abrechnung, keine bzw. kaum Standarddetails etc.) sind höher als bei anderen Projektabwicklungsformen oder, positiv ausgedrückt, integrierte Projektabwicklungsformen bieten ein beachtliches Potenzial zur Senkung der Transaktionskosten.

Dabei sind die Optimierungspotenziale, die besonders Projektabwicklungsformen wie TU mit GMP und Systemanbieter dem Bauherrn immanent bieten, noch nicht berücksichtigt.

Tabelle 11 gibt eine Zusammenfassung [177], die die Kostenvorteile bzw. die erhöhten Risikokosten der verschiedenen Projektabwicklungsformen quantifiziert. Dabei werden die Werte als Differenzprozentzahlen auf die Herstellkosten von Projekten bezogen, die mittels Einzelleistungsträgern abgewickelt wurden. Folgende Kostenarten sind dabei zu unterscheiden:

- Transaktionskosten
- Risikokosten
- Nachtragskosten
- Wettbewerbsintensitätseinsparungen

Zu den Transaktionskosten des Bauherrn zählen alle Aufwendungen, die zum Bezug der Leistungen notwendig sind. Kleinaltenkamp / Plinke [178] definieren den „Austausch“ von Leistungen gegen Entgelt, z.B. im Bauprozess, als die Menge der Aktivitäten, die auf die

- Anbahnung
- Durchführung
- Kontrolle

eines wechselseitigen Transfers von „Verfügungsrechten“ zwischen zwei oder mehr Parteien gerichtet sind. Der Austausch erfolgt immer dann, wenn die Nutzen- die Kostenelemente übersteigen (Tabelle 10).

Als Transaktionskosten lassen sich solche Kosten bezeichnen, die für die Anbahnung, Vereinbarung, Abwicklung, Kontrolle und nachträgliche Anpassung arbeitstätiger Leistungserstellungsprozesse anfallen. Die Erkenntnis, die daraus gezogen werden kann, ist, dass neben den Kosten für den Vertragsgegenstand selbst auch der Prozess des Austauschs, d.h. die gewählte Projektabwicklungsform, abhängig und für die beteiligten Partner mit Kosten- und Nutzenelementen verbunden ist. Die Transaktionskosten sind dabei geprägt durch die

- Häufigkeit
- Unsicherheit
- Spezifität

Tabelle 10: Nutzen- und Kostenelemente in der Austauschbeziehung [178]

Nutzen- und Kostenelemente in Austauschrelationen			
		Art des Wertes	
		Nutzen	**Kosten**
Quelle des Wertes	G - Wert des Vertragsgegenstands	Nutzen aus dem Vertragsgegenstand	Kosten aus der Bereitstellung des Vertragsgegenstands
	T - Wert der Durchführung des Austauschs	Transaktionsnutzen	Transaktionskosten
	F - Wert von Folgewirkungen	Nutzen aus Folgewirkungen des Austauschs	Kosten aus Folgewirkungen des Austauschs

Der Wert einer Transaktion bzw. Projektabwicklungsform *i* kann wie folgt dargestellt werden:

$$W_{Austausch_i} = \{N_G + N_T + N_F - (K_G + K_T + K_F)\} = \sum_{j=G,T,F} (N_j - K_j)_i = (\Delta_G + \Delta_T + \Delta_F)$$

Bei Betrachtung der Nutzen- und Kostenelemente wird das Maximalprinzip angewendet. Die Transaktionsvariante bzw. Projektabwicklungsform mit dem grössten / höchsten Wert W ist die optimale Lösung für den Bauherrn und ergibt sich wie folgt:

$$W_{Austausch}^{\max} = \left\{ W_{Austausch}^{\max} \middle| W_{Austausch}^{\max} = Max\left[\sum_{j=G,T,F} (N_j - K_j)_i \right]_{i=1}^{n} \right\}$$

Ist der Nutzwert des Austauschs bei allen Projektabwicklungsformen gleich, kann bei Betrachtung der reinen Kostenelemente das Minimalprinzip angewendet werden:

$$K_{Austausch}^{\min} = \left\{ K_{Austausch}^{\min} \middle| K_{Austausch}^{\min} = Min\left[\sum_{j=G,T,F} (K_j) \right]_{i=1}^{n} \right\}$$

N_j = Nutzenwert

K_j = Kostenwert

j = G Austauschgegenstand (Bauwerk, Planung etc.)

j = T Transaktion (Anbahnung, Vereinbarung, Abwicklung etc.)

j = F Folgewirkung des Austauschs (Referenznutzen für zukünftige Geschäfte)

i = Laufindex für die untersuchten Projektabwicklungsformen

n = Anzahl der untersuchten Projektabwicklungsformen

Besonders der Transaktionswert bzw. die Transaktionskosten lassen sich bei den verschiedenen Projektabwicklungsformen beeinflussen. Dabei kann man davon ausgehen, dass die Gesamtleistungsprojektabwicklungsformen (GU / TU / TU + GMP / Systemanbieter) gegenüber der Einzelleistungsträgerorganisation für den Bauherrn, auch wenn dieser fachkundig durch einen Projektmanager vertreten wird, aus Transaktionskostensicht folgende Vorteile aufweisen:

- *Geringere Projektmanagement- und Bauleistungskosten* $\Delta_{T,BL}$ des Bauherrn; auch der Unternehmer wird, wenn er mit einem Pool von Subplanern und -unternehmen zusammenarbeitet, aufgrund der wiederholten Zusammenarbeit (Häufigkeit) und der Reduzierung der Anbahnungs- und Kontrollkosten (Unsicherheit) geringere Schnittstellenkosten haben.

- *Geringere Planungskosten* $\Delta_{G,PL}$ durch professionelle, ergebnisorientierte Führung des Planers und aufgrund des besseren Zusammenspiels von Planer und Unternehmer besonders in der Phase der Genehmigungs- und Ausführungsplanung. Entscheidend ist auch hier die Häufigkeit der Interaktion (eingespieltes Planer-Unternehmerteam) mit dem einhergehenden Vertrauen (Unsicherheit) und dem eingespielten, individuellen Projektzielcontrolling.

- *Geringere Baukosten durch Standarddetails* $\Delta_{G,ST}$; dadurch können bei einem Planer-Unternehmerteam gegenüber einer Planung durch einen unabhängigen Architekten oder Ingenieur bei häufiger Zusammenarbeit (Häufigkeit) einerseits die Planungskosten und andererseits die Herstellkosten gesenkt werden. Dadurch kann auf positiven Lösungen aufgebaut werden, die die Unsicherheit auf die Nutzungskosten und / oder die Dauerhaftigkeit technischer Lösungen reduzieren.

- *Geringere Kosten für Aufmass und Abrechnung* $\Delta_{T,Am}$; durch die Vereinbarung von Gesamtpreisen für das Gesamtbauwerk, die einzelnen Gewerke oder die Leistungspositionen wird der Aufwand auf Bauherren- und Unternehmerseite reduziert.

- *Geringere Kosten für Nachträge* $\Delta_{G,Nach}$ und für Begründung, Durchsetzung sowie Abwehr $\Delta_{T,Nach}$ fallen auf Bauherren- und Unternehmerseite besonders dann an, wenn zusätzlich pauschal Alternativpositionen für mögliche Änderungen z.B. des Ausbaus vereinbart werden.

- *Erhöhung des Nutzenwerts* $\Delta_{G,Nutz}$ durch schnellere Projektabwicklung durch parallele Planungsphasen bzw. Planungs- und Ausführungsphasen. Dadurch kann der Bauherr früher Mieteinnahmen generieren und die reine Finanzierungsphase kann reduziert werden. Ferner können in manchen Fällen durch „time to market“ Marktvorteile vor möglichen Wettbewerbern erzielt werden (s. Kapitel 0).

- *Höhere Risikozuschläge* $\Delta_{G,R}$ des Gesamtleistungsanbieters, bedingt durch die Übernahme des Schnittstellenmanagements der im Projektteam beteiligten Partner (Planer, Nachunternehmer etc.) unter seiner Gesamtverantwortung für Kosten, Termine, Qualität, Funktionalität. Dabei muss er im Regelfall bei einer Preisgarantie (Pauschalpreis oder GMP) das Massen- und Vollständigkeitsrisiko der Leistungserstellung tragen.

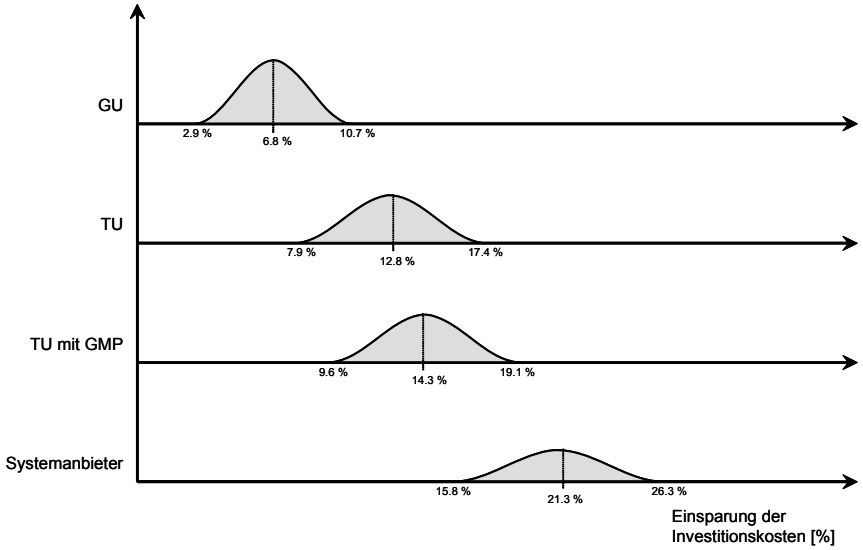


Abb. 6.81: Bandbreite des Transaktionswert-Einsparpotenzials gegenüber der Projektabwicklung mit Einzelleistungsträgern (Monte-Carlo-Simulation)

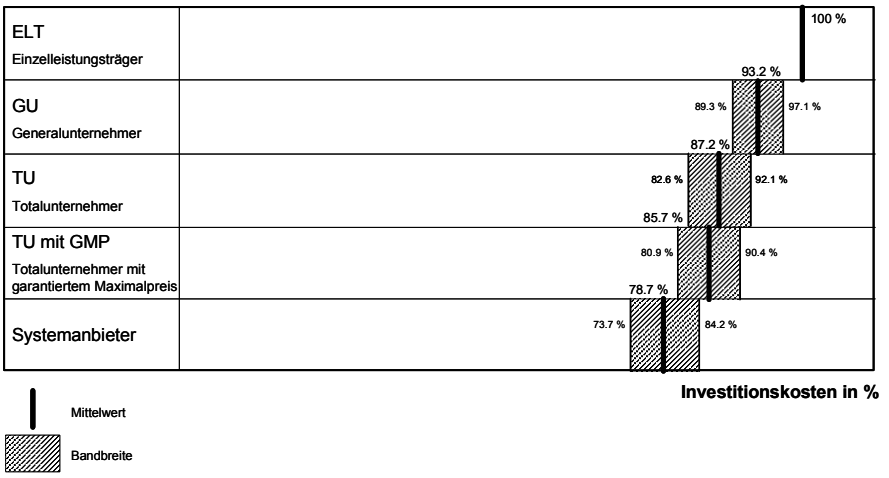


Abb. 6.82: Bandbreite der Investitionskosten des Bauherrn bei alternativen Projektabwicklungsformen

Tabelle 11: Transaktionswertdifferenz der Gesamtleistungsabwicklungsformen gegenüber Einzelleistungsträgerabwicklungsformen (auf Basis [177])

Transaktionswertdifferenz für den Bauherrn / Besteller		Zeile	Differenz zu Projektgesamtkosten im Vergleich zu ELT-Herstellkosten Δ [%]													
			GU			TU			TU mit GMP			Systemanbieter		
			min.	EW	max.	min.	EW	max.	min.	EW	max.	min.	EW	max.
Einsparung im Vergleich zu ELT-Herstellkosten			2.0 %	**2.5 %**	3.0 %	2.0 %	**2.5 %**	3.0 %	2.0 %	**2.5 %**	3.0 %	4.0 %	**4.5 %**	5.0 %
Planungskosten	$\Delta_{G,PL}$	*6*												
Standarddetails	$\Delta_{G,ST}$	*7*	2.0 %	**3.5 %**	5.0 %	2.0 %	**3.5 %**	5.0 %	2.0 %	**3.5 %**	5.0 %	4.0 %	**6.0 %**	8.0 %
Bauleitung / Projektmanagement	$\Delta_{T,BL}$	*8*	2.0 %	**2.5 %**	3.0 %	3.0 %	**4.5 %**	6.0 %	3.0 %	**4.0 %**	5.0 %	4.0 %	**5.0 %**	6.0 %
Vereinfachtes Aufmass	$\Delta_{G,Am}$	*9*	1.0 %	**1.3 %**	1.5 %	1.0 %	**1.3 %**	1.5 %	1.0 %	**1.3 %**	1.5 %	1.0 %	**1.3 %**	1.5 %
Herstellpreisvorteil / Preiswettbewerb	$\Delta_{G,Herst}$	*10*	3.0 %	**4.0 %**	5.0 %	3.0 %	**4.0 %**	5.0 %	3.0 %	**4.0 %**	5.0 %	3.0 %	**4.0 %**	5.0 %
Zwischensumme		*11* *Summe 6 bis 10*	*10.0 %*	*13.8 %*	*17.5 %*	*11.0 %*	*15.8 %*	*20.5 %*	*11.0 %*	*15.3 %*	*19.5 %*	*16.0 %*	*20.8 %*	*25.5 %*
geringere Nachträge	$\Delta_{G,Nach}$	*12*	0.0 %	**0.0 %**	0.0 %	4.0 %	**5.0 %**	6.0 %	6.0 %	**7.0 %**	8.0 %	8.0 %	**9.0 %**	10.0 %
Abwehr von Nachträgen	$\Delta_{T,Nach}$	*13*	0.0 %	**0.0 %**	0.0 %	0.5 %	**1.0 %**	1.5 %	0.5 %	**1.0 %**	1.5 %	1.0 %	**1.5 %**	2.0 %
Kürzere Umsetzzeit (frühere Mieteinnahmen / geringere Finanzierungsdauer)	$\Delta_{G,Nutz}$	*14*	0.0 %	**0.0 %**	0.0 %	0.5 %	**1.0 %**	1.5 %	1.0 %	**2.0 %**	3.0 %	4.0 %	**5.0 %**	6.0 %
Zwischensumme		*15* *Summe 12 bis 14*	*0.0 %*	*0.0 %*	*0.0 %*	*5.0 %*	*7.0 %*	*9.0 %*	*7.5 %*	*10.0 %*	*12.5 %*	*13.0 %*	*15.5 %*	*18.0 %*
geringere Transaktionskosten (Σ)		*16* *Summe 11 und 15*	10.0 %	13.8 %	17.5 %	16.0 %	22.8 %	29.5 %	18.5 %	25.3 %	32.0 %	29.0 %	36.3 %	43.5 %
Höhere Zuschläge (Risiko etc.)	$\Delta_{G,R}$	*17*	5.0 %	**7.0 %**	9.0 %	8.0 %	**10.0 %**	12.0 %	8.5 %	**11.0 %**	13.5 %	12.0 %	**15.0 %**	18.0 %
Transaktionswertdifferenzen		*18* *Differenz 16 und 17*	**5.0 %**	**6.8 %**	**8.5 %**	**8.0 %**	**12.8 %**	**17.5 %**	**10.0 %**	**14.3 %**	**18.5 %**	**17.0 %**	**21.3 %**	**25.5 %**
Simulationsergebnisse		*19*	**min. 2.9 %**	**EW 6.8 %**	**max. 10.7 %**	**min. 7.9 %**	**EW 12.8 %**	**max. 17.4 %**	**min. 9.6 %**	**EW 14.3 %**	**max. 19.1 %**	**min. 15.8 %**	**EW 21.3 %**	**max. 26.3 %**

EW = Erwartungswert

Tabelle 11 enthält eine Gegenüberstellung möglicher Transaktionsdifferenzparameter verschiedener Gesamtleistungsprojektabwicklungsformen und Einzelleistungsträgerprojektabwicklungsformen. Die dort angegebenen Werte wurden [177] entnommen und einer Monte-Carlo-Simulation unterworfen. Dabei wurde die Transaktionskostendifferenz normalverteilt angenommen. Die mögliche Verteilungsdichte mit dem Mittelwert und der Varianz der Einsparungen, die in den verschiedenen Projektabwicklungsformen mit Gesamtleistungscharakter gegenüber Einzelleistungsträgerprojektabwicklungsformen tendenziell erreicht werden können, sind Abb. 6.81 zu entnehmen. Die simulierte mögliche Bandbreite der Investitionskosten einer baulichen Anlage in Abhängigkeit von der Projektabwicklungsform ist in Abb**.** 6.82 dargestellt. Voraussetzung zur Nutzung der Transaktionswertvorteile, die für jedes Projekt individuell z.B. nach Tabelle 11 ermittelt werden müssen, ist die professionelle Umsetzung der Projektabwicklungsform. In Abb**.** 6.82 sind die potenziellen Investitionskostendifferenzen, bezogen auf die Gesamtkosten, unter Einbeziehung der wesentlichen Unsicherheiten, die inhärent in den verschiedenen Projektabwicklungsformen vorhanden sind, in Prozent dargestellt.

Beim Vergabepreis unter Nutzung des Preiswettbewerbs ergeben sich bei der Einzelleistungsträger- und GeneralunternehmBeim Vergabepreis unter Nutzung des Preiswettbewerbs ergeben sich bei der Einzelleistungsträger- und Generalunternehmerabwicklungsform mit detailliertem Leistungsverzeichnis gewisse Vorteile für den Bauherrn gegenüber der funktionalen Ausschreibung bei der General- und Totalunternehmerabwicklungsform (Differenz $\Delta_{G,Herst}$). Die Vorteile der Wettbewerbsintensitätsausprägung, die der Bauherr im Preiswettbewerb bei der Einzelleistungsvergabe erreichen kann, werden im Regelfall durch

- Massen- und Vollständigkeitsrisiko
- Schnittstellenkoordinationsrisiko

aufgebraucht. Diese Risiken führen zu Nachtragskosten und zu erhöhten Transaktionskosten gegenüber den Gesamtleistungsprojektabwicklungsformen.

Im heutigen TU-Wettbewerb mit GMP stellt der Totalunternehmer für die einzelnen Gewerke Budgets auf. Zur Vergabe werden diese am Markt im Preiswettbewerb ausgeschrieben. Ein qualifizierter General- und Totalunternehmer wird eine beschränkte Ausschreibung unter Berücksichtigung qualifizierter Nachunternehmer, die die geforderten Qualitätsziele erreichen und mit denen auch gute Erfahrungen in einer problemlösungsorientierten Zusammenarbeit gemacht wurden, durchführen.

Der Bauherr wird bei solchen TU-Projekten mit GMP nicht nur auf TU-Ebene, sondern auch auf Nachunternehmerebene und bei dem Optimierungsprozess in der Ausführungsphase vom Vergabegewinn, also von den Wettbewerbspreisen, profitieren. Dadurch ist der erzielbare Vorteil durch Einzelleistungsträgervergabe nur bei einfachen Projekten mit klarem Leistungsumfang ohne Massen- und Vollständigkeitsrisiko und bei sich wiederholenden gleichen Projekten (Serienbauweise) realisierbar.

Zusammenfassend muss jeder Bauherr für sein individuelles Projekt evaluieren, welche Projektabwicklungsform zur Zielerreichung die günstigste ist. Dabei sind zu beachten:

- Klarheit der Projektziele bzw. in welcher Phase diese definiert werden können (Funktionalität, Investitionskosten), um die Herstell- und Risikokosten zu kalkulieren und zu garantieren
- Wichtigkeit von Rendite- und Termineinhaltung
- Kompetenz und Grösse seines eigenen Bestellerteams

Auf dieser Basis können dann die in genannten Entscheidungskriterien in einer Nutzwertanalyse gewichtet werden, um die individuell „richtige“ Projektabwicklungsform zu finden.

Ferner sollte eine kundenorientierte Bauwirtschaft mit umfangreichen Leistungsbündeln für den Bauherrn das Optimierungspotenzial weitgehend durch einen Preis-Leistungswettbewerb nutzen, ihm möglichst frühzeitig Kosten- und Terminsicherheit bieten, ihn weitgehend vom Schnittstellenmanagement in den verschiedenen Projektphasen entlasten und zudem eine qualitativ gute Architektur bieten. Damit werden Rendite und langfristige Werterhaltung sichergestellt.

7 Projektabwicklungs- und Vergabeformen im Untertagebau

7.1 Einflüsse und Voraussetzungen

Die Projekte des Untertagebaus gehören zu den risikobehaftetsten Aufträgen, die in der Bauwirtschaft abgewickelt werden. Daher ist hier ein besonderes Augenmerk auf die Projektabwicklungs- und Vertragsform mit der einhergehenden Verantwortungs- und Risikoverteilung notwendig. Die Vertrags- und Projektabwicklungsformen werden auch hier durch technische und wirtschaftliche Veränderungen geprägt.

Das Zusammenwachsen Europas zu einem gemeinsamen Wirtschaftsraum prägt durch zwei wesentliche Entwicklungen auch den Baumarkt und insbesondere den Untertagebau. Einerseits sind dies die grossen nationalen und internationalen Verkehrsprojekte, mit denen aus nationalen Verkehrsnetzen ein internationales Netzwerk aufgebaut wird; andererseits ist es die Privatisierung grosser Infrastrukturunternehmen wie Bahnen und Energieversorger.

Die Unternehmen der Bauwirtschaft stehen trotz überwiegend regional geprägter Baumärkte verstärkt in einem überregionalen Wettbewerb. In der Schweiz wurden z.B. alle NEAT-Lose an internationale Arbeitsgemeinschaften (ARGEN) vergeben. Die heutige Struktur der Tunnelbau-Unternehmen weist jedoch kaum komparative Konkurrenzvorteile auf. Das Leistungsangebot und Leistungspotenzial dieser Bauunternehmen ist für den Kunden oft nicht differenzierbar. Daher können die meisten dieser Spezialunternehmen aus der Sicht der Bauherren meist ohne Einbussen ausgetauscht werden. Das Entscheidungsmerkmal für den privaten Bauherrn ist daher oft nur der niedrigste Angebotspreis; die öffentlichen Bauherren sind in der Regel sogar verpflichtet, im „Hard-Money-Vergabeverfahren“ den billigsten Bieter zu beauftragen. Dadurch sind die Unternehmen einem verstärkten Preisdruck ausgesetzt. Sie müssen ihre allgemeinen Geschäftskosten permanent senken und wegen des niedrigen Preisniveaus vermehrt Billiganbieter als Nachunternehmer engagieren. Hierdurch wird die Qualität der Ausführung langfristig sinken, weil in den Unternehmen bewährtes Know-how im Untertagebau verloren geht.

G. Girmscheid, *Projektabwicklung in der Bauwirtschaft,* DOI 10.1007/978-3-642-14385-4_7,
© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2010

Die heutigen Wettbewerbsformen im Tunnelbau beruhen in der Regel auf Leistungsverzeichnissen und reinem Preiswettbewerb und werden von Einzelleistungsträgern genutzt. Dies ermutigt die Bauunternehmen nicht, die Kompetenz zur Integration von Planungs- und Ausführungsleistungen im Tunnelbau synergetisch zusammenzuführen, und hat zur Folge, dass zur Erlangung der Kostenführerschaft aus betriebswirtschaftlichen Gründen das Personal in den Servicebereichen der Unternehmen abgebaut werden muss. Daher ist in den Unternehmen kaum Kapazität vorhanden, Kernkompetenzen zu entwickeln und konkurrenzunterscheidende Innovationen im Tunnelbau voranzutreiben.

Einerseits reduzieren die Verkehrs- sowie Ver- und Entsorgungsnetzbetreiber ihre Bauabteilungen, um sich auf Kernkompetenzen ihres Leistungsangebots zu konzentrieren; andererseits bauen die Bauunternehmer ihre Kompetenzen ab, um zur Erzielung der Kostenführerschaft im Preiswettbewerb besonders erfolgreich zu sein. Diese Entwicklung wird unweigerlich zu einem Know-how-Verlust im Tunnelbau führen. Daher müssen Wege gesucht werden, um eine verstärkte Zusammenarbeit zwischen Planenden und Ausführenden in einer möglichst frühen Projektphase sicherzustellen [1]. Die Lösung liegt sowohl in der Integration von Planung und Ausführung zu einer Komplettlösung als auch in der Berücksichtigung der Unterhaltsaspekte bei Infrastrukturprojekten (Life-Cycle-Ansatz).

Ein Beispiel einer bis heute ungelösten, oft kostenintensiven Problematik ist die Tunneldrainage. In vielen Tunneln verursacht die Versinterung der Tunneldrainage hohe Unterhaltskosten und teilweise Einschränkungen des Bahnverkehrs oder sogar Schäden am Bauwerk. Diese Versinterung wird durch mineralstoffhaltige Grund- und Bergwässer sowie durch Elution von Baustoffen ausgelöst. Durch die sequenzielle Verantwortung im Leistungserstellungsprozess wurde das Problem, das in der Nutzungsphase des Betriebs auftritt, weder von den Planern noch von den ausführenden Unternehmen wahrgenommen, obwohl die Versinterung durch konstruktive Massnahmen und durch die Wahl von nicht oder nur gering auslaugbaren Baustoffen (Spritzbeton, Injektionsmörtel etc.) verringert und vermindert werden kann.

Der Life-Cycle-Ansatz wird es den Unternehmen ermöglichen, ihr Know-how innovativ und mit konkurrenzunterscheidenden Vorteilen weiter zu entwickeln und durch Kooperationen für den Bauherrn optimierte Lösungen zu erarbeiten.

Die Risiken im Tunnelbau ergeben sich hauptsächlich dadurch, dass der Boden gleichzeitig Last, Tragwerk und Material darstellt und der Tunnel meist ein Verbundbauwerk aus dem anstehenden Fels- und Bodenmaterial und der entsprechenden künstlichen Auskleidung ist. Tunnelbauwerke werden durch Böden und Felsgesteine geführt, die materialtechnisch gros-

sen, von der Natur vorgegebenen Qualitätsschwankungen unterliegen. Jedes andere Bauwerk besteht, wenn man von der meist relativ einfachen Interaktion Boden-Bauwerk absieht, aus künstlichen Materialien (Beton, Stahl etc.), die unter sehr hohen Qualitätsanforderungen hergestellt werden und dadurch nur sehr geringe Qualitätsstreubreiten aufzeigen. Dies ist natürlich beim Tunnelbau nicht gegeben, da besonders das anstehende Material durch die entsprechenden Sondierbohrungen, die möglicherweise durch geophysikalische Untersuchungen ergänzt werden, meist nur punktuell bekannt ist. Dadurch entsteht ein relativ grobes Bild hinsichtlich der Qualität des natürlichen Bodens bzw. des Felses. Ferner sind durch die tektonische Entstehung in vielen Fällen Störzonen vorhanden, deren Auswirkungen auf die bautechnische Bearbeitung technisch wie kostenmässig sehr schwierig im Voraus abzuschätzen sind. Auch kann beim Auffahren des Gebirges teilweise mit erheblichen Wasserzuflüssen und -einbrüchen gerechnet werden. Daher ist es besonders interessant, diesen aufgrund des Baustoffs Boden sehr risikobehafteten Leistungsbereich auch unter den verschiedenen Projektabwicklungsformen und den dazugehörigen möglichen Lösungen für die entsprechenden Risiken zu betrachten.

Im Folgenden soll anhand von grundsätzlichen Überlegungen dargestellt werden, wie man auch im Untertagebau zu einer besseren Integration von Planung und Ausführung bei weitgehender Entlastung des Bauherrn kommen kann. Dabei müssen die Anbieter ihre Kompetenzen intern oder durch Kooperationen zu komparativen Konkurrenzvorteilen ausbauen und den Ideen- und Lösungswettbewerb nutzen, um dem Bauherrn eine optimale Lösung anzubieten.

Man unterscheidet im Untertagebau die folgenden bekannten Projektabwicklungsformen (Abb. 4.1):

- Einzelleistungsträgerprojektabwicklungsform: Der Bauherr führt bei dieser traditionellen Organisationsform Planung und Ausführung für die Tunnelbauwerke mit Einzelplanern und Einzelunternehmen durch. Die Ausschreibung der Bauarbeiten für ein Tunnelbauwerk erfolgt auf der Basis eines detaillierten Leistungsverzeichnisses und einer bauherrenseitigen Ausführungsplanung.

- Generalleistungsträgerprojektabwicklungsform: Darunter versteht man sowohl Generalplaner als auch Generalunternehmer. Die Integration erfolgt innerhalb der Planung oder nur in der Ausführung. Der Generalplaner erbringt für den Bauherrn komplette Planungsleistungen. Der Generalunternehmer realisiert alleinverantwortlich gegenüber dem Bauherrn die nutzungsfertige Erstellung des Tunnelbauwerks unter Übernahme von vertraglich vereinbarten Kosten-, Termin- und Qualitätsgarantien. Die Ausschreibung erfolgt meist auf der Basis eines Leis-

tungsverzeichnisses mit Ausführungsplanung oder eines Leistungsprogramms mit Genehmigungsplänen.

- Totalleistungsträgerprojektabwicklungsform: Der Totalunternehmer vereinigt die Funktionen des Generalplaners und des Generalunternehmers, womit eine weitere Stufe der Integration erreicht wird. Aufgrund eines Vorentwurfs werden für den Bauherrn sämtliche Planungs- und Bauausführungsleistungen für das beabsichtigte Tunnelprojekt auf der Basis funktionaler Ausschreibung von einem einzigen Auftragnehmer nutzungsfertig erbracht.

Für ein konkretes Projekt stellt sich auch hier die wichtige Frage, welche der beschriebenen Projektabwicklungsformen die geeignetste ist. Sie sollte anhand der bereits in Kapitel 6 genannten Kriterien, die hier auf die spezifischen Bedingungen des Untertagebaus angewendet werden, entschieden werden:

- Bauherrenorganisation zur wirtschaftliche Abwicklung
- Gestaltungsmöglichkeit, Individualität und Änderungsmöglichkeiten
- optimierte Lösung durch Wettbewerb der Ideen (Wettbewerb des Optimierungspotenzials)
- Preiswettbewerb
- besondere Risiken wie z.B. erhöhtes Finanzierungs-, Baugrund- und Genehmigungsrisiko
- Risikoverteilung
- Kosten- und Terminsicherheit
- rasche Realisation

Eine Projektbeurteilung anhand dieser Kriterien gibt wesentliche Hinweise für die Wahl der geeignetsten Projektabwicklungsform. Die Projektabwicklungs- und Ausschreibungsform sollte so gewählt werden, dass einerseits Synergien zwischen Planenden und Ausführenden für die optimale Projektgestaltung genutzt werden und andererseits das Risiko demjenigen zugewiesen wird, der es am besten kontrollieren und damit am wirtschaftlichsten tragen kann.

Zur Beurteilung, welche Projektabwicklungsform im Untertagebau zur erfolgreichen Durchführung eines Projekts am geeignetsten ist, sind die folgenden Aspekte von grösster Bedeutung:

- Globales Baugrundrisiko: Kann das Baugrundrisiko hinreichend und früh genug abgeklärt werden, damit die Leistungen eindeutig beschrieben werden können?
- Genehmigungsverfahren: Kann das Plangenehmigungsverfahren (Projekt) ausreichend früh durchgeführt und abgeschlossen werden, damit die Auflagen bekannt sind?
- Finanzierung: Wann können die Finanzierung und die Zustimmung des Bauherrn erfolgen?
- Projektart: Handelt es sich um ein Standardprojekt oder um ein Projekt mit hohem Innovationspotenzial?
- Die Auswahl der Projektabwicklungsform sollte durch die in Kapitel 4.1 dargestellten „risikobasierten Entscheidungshilfen“ unterstützt werden.
- Im Weiteren werden die folgenden Projektabwicklungsformen auf ihre Eignung für die genannten Hauptmerkmale untersucht:
- Die erste, im Untertagebau am häufigsten verwendete Projektabwicklungsform ist die des Einzelleistungsträgers in Kombination mit der Ausschreibung auf Basis eines ausgearbeiteten Leistungsverzeichnisses.
- Die zweite Möglichkeit stellt das Generalunternehmermodell auf der Basis eingeschränkter Funktionalausschreibung mit Leistungsprogramm und Vorgaben in Bezug auf Ausbruchklassen und Abrechnungssystem dar.
- Als dritte Variante kommt der Totalunternehmer mit funktionaler Ausschreibung in Frage. Dieses Verfahren wurde im Untertagebau bisher jedoch nur in wenigen Fällen angewendet.

7.2 Einzelleistungsträger im Untertagebau

Die Abwicklung von Bauprojekten mit Einzelleistungsträgern erfolgt meist durch Ausschreibungen auf der Basis von Leistungsbeschreibung und Leistungsverzeichnis. Stellvertretend für die Projektabwicklungsformen

mit Leistungsverzeichnis soll zunächst der „traditionelle“ Fall der Ausschreibung mit Leistungsverzeichnis und Vergabe an Einzelleistungsträger betrachtet werden. Bei dieser Projektabwicklungsform sind Planungs- und Ausführungsprozess strikt getrennt (Abb. 7.1).

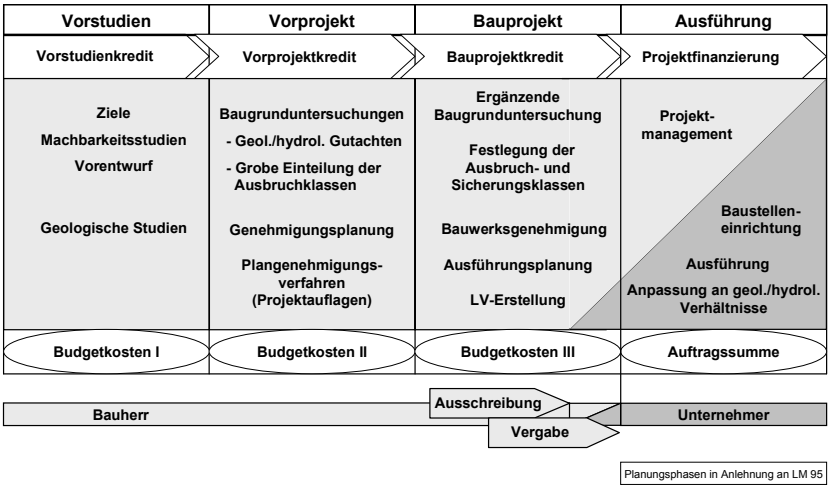


Abb. 7.1: Untertagebau – Projektphasen der Einzelleistungsträgerprojektabwicklung

Konzeptphase

In der Konzeptphase werden folgende Vorstudien erstellt:

- Klärung und Festlegung der Bauherrenziele
- Konzept- bzw. Machbarkeitsstudie sowie Vorentwurf
- Geologische Studie
- Budgetkosten I

Die Konzeptphase wird aufgrund eines Projektkredits / Budgets durchgeführt. Aus diesen Untersuchungen werden der Finanzbedarf und mögliche Finanzierungsformen ermittelt. Ferner werden die Budgets für die folgenden Planungsphasen festgelegt. Nach Genehmigung der Konzeptstudie folgt das Vorprojekt. Nach Abschluss der Konzeptphase sollte das Projekt in Bezug auf die verschiedenen Eignungskriterien überprüft werden, damit möglichst zu diesem Zeitpunkt die Entscheidung über die Projektabwicklungsform gefällt werden kann.

Vorprojektphase

In der anschliessenden Vorprojektphase werden folgende Projektaufgaben gelöst:

- Baugrunduntersuchungen
  - intensive Baugrunduntersuchungen vor Ort
  - Erstellen des geologischen und hydrologischen Gutachtens
  - grobe Ausbruchklasseneinteilung
- Projektgenehmigungsverfahren
  - Der erste Schritt in diesem Genehmigungsprozess ist das Planbewilligungsverfahren. In diesem verwaltungsrechtlichen Verfahren wird mittels Vernehmlassung und der Möglichkeit von Einsprüchen ein Plangenehmigungsbeschluss erwirkt, mit dem die Rechtsgrundlage für die Durchführung eines Projekts geschaffen wird. Mit diesem Beschluss sind die wesentlichen Genehmigungsauflagen für die weitere Planung und Ausführung festgelegt. Diese enthalten insbesondere die Gewährleistung der Umweltverträglichkeit und des Schutzes der Interessen Dritter. Die Leistungsbeschreibung der Vorprojektplanung wird durch die Genehmigungsauflagen ergänzt und dient damit als Grundlage für die Ausführungsplanung.
  - Aufgrund der Veränderungen aus den Genehmigungsauflagen werden die Budgetkosten II ermittelt.

Bauprojektphase

Die wesentlichen Aufgaben in der Bauprojektphase sind die Ausführungsplanung auf Basis der Vorprojektplanung und der Auflagen aus dem Planbewilligungsverfahren sowie die Erstellung des Leistungsverzeichnisses. In dieser Phase werden ergänzende Baugrunduntersuchungen nötig, um offene Fragen für das Aufstellen des Leistungsverzeichnisses zu klären und die erforderlichen Baubewilligungsverfahren für einzelne Bauwerke durchführen zu können.

Im Leistungsverzeichnis werden Vortriebsverfahren und die zugehörige Sicherung sowie die Einteilung des Bauwerks in Ausbruchklassen festgeschrieben. Der Bauherr gibt damit das Bauverfahren, die Konstruktion und den Bauablauf weitestgehend vor.

Vor der Ausschreibung der Leistungen muss in einem zweiten Schritt des Genehmigungsverfahrens die Prüfung der Ausführungsplanung auf Übereinstimmung mit den Auflagen aus dem Planbewilligungsverfahren

sowie eine technische Prüfung von Konstruktionen und Gebäuden durch den Bauherrn und entsprechende Fach- bzw. Aufsichtsbehörden erfolgen, sofern diese nach den Baugesetzen erforderlich ist. Spätestens zu diesem Zeitpunkt muss die Finanzierung des Projekts durch die Zustimmung des Entscheidungsträgers gesichert sein. Den Abschluss der Bauprojektphase bilden die Ausschreibung und Vergabe der jeweiligen Leistungen an die Unternehmer.

Bauausführungsphase

Der Bauunternehmer führt die einzelnen Arbeiten zur Erstellung des Bauwerks aus. Er ist für die richtige Wahl der Geräte und Abläufe auf der Grundlage der vorgegebenen Bauverfahren sowie für die richtige Behandlung des Baugrunds verantwortlich. Bei veränderten geologischen Verhältnissen entscheidet der Bauherr über Änderungen der Ausbruch- bzw. Sicherungsklasse, wenn nicht der Unternehmer Sicherheitsbedenken anmeldet.

Vor- und Nachteile für den Bauherrn

Die Vorteile bei diesem Verfahren sind:

- Der Bauherr kann Planung und Ausführung individuell an die hinsichtlich Preis, Qualität und Leistungsfähigkeit besten Firmen vergeben.
- Grosse Flexibilität in Bezug auf Planungsänderungen bis zur sukzessiven Vergabe. Dies ist besonders dann wichtig, wenn die Unwägbarkeiten in der Geologie, Genehmigung und Finanzierung die gesamte Projektplanungsphase durchziehen.
- Der Preiswettbewerb der Anbieter kann voll genutzt werden.

Als Nachteile stehen dem gegenüber:

- Der Wettbewerb ist nicht life-cycle-orientiert, sondern bezieht sich nur auf die Planungs- bzw. Erstellungskosten.
- Der Bauherr trägt das gesamte finanzielle und terminliche Risiko, und er ist für die gesamte Schnittstellenkoordination verantwortlich.
- Die sequenzielle Abarbeitung aller Planungsphasen vor der Ausführung lässt keine beschleunigte Projektabwicklung zu, woraus sich meist eine lange Projektdauer ergibt.
- Der Bauherr kann das Know-how des Unternehmers nur in Bezug auf die Ausführung, nicht aber für die Projektoptimierung nutzen. Es ent-

steht eine Wissenslücke bei dem Übergang von der Planungs- in die Ausführungsphase. Der Unternehmer braucht bei den meisten Projekten eine relativ lange Anlaufzeit, um alle Ausführungsentscheidungen und deren Hintergründe zu verstehen. Dies wird nur partiell durch die Bauleitung ausgeglichen.

- Der Unternehmer ist aufgrund des reinen Preiswettbewerbs interessiert, möglichst Nachtragsforderungen zu stellen, um seine oft enge Gewinnspanne zu verbessern.

Vor- und Nachteile für den Unternehmer

Die Vorteile für den Unternehmer sind bei diesem Verfahren, dass er kein Risiko aus Abweichungen der Leistungsbeschreibung von den örtlichen Verhältnissen trägt und im Fall des Einheitspreisvertrags alle ausgeführten Leistungen vergütet werden.

Der Nachteil für ihn besteht darin, dass er erst zum Ende der Bauprojektphase in den gesamten Projektablauf einbezogen wird und seine Leistung nur im reinen Preiswettbewerb anbieten kann, weil zu diesem Zeitpunkt kaum noch Spielraum für Optimierungen durch den Unternehmer besteht.

Es ist den Anbietern nur im Rahmen von Sondervorschlägen möglich, Alternativen zur Planung des Bauherrn zu entwickeln. Sondervorschläge sind jedoch kein geeignetes Mittel, um die Kompetenz der Unternehmer einzubringen. Den Anbietern steht im Regelfall nur ein Teil der Informationen, die der Bauherr besitzt, zur Verfügung. Dies ist meist zu wenig, um einen adäquaten und risikoausgeglichenen Sonderentwurf vorzulegen. Zumeist ist auch der Angebotszeitraum zu kurz und das Optimierungspotenzial zu gering, um dem Bauherrenentwurf, der über einen langen Zeitraum ausgearbeitet wurde, eine qualitative Alternative gegenüberstellen zu können.

Um den unterschiedlichen Informationsstand von Planern und Ausführenden zu beseitigen, sind Zusammenarbeitsformen vorteilhaft, die eine frühzeitige Integration von Planung und Ausführung ermöglichen. Dazu ist es erforderlich, trotz eindeutiger Vorgaben des Bauherrn genügend Gestaltungsspielraum zu geben, um einen Ideen- / Preiswettbewerb zu ermöglichen. Solche Zusammenarbeitsformen sind die im Folgenden dargestellten General- und Totalunternehmermodelle.

7.3 Generalleistungsträger im Untertagebau

Die zweite Variante der im Untertagebau angewendeten Formen der Projektabwicklung ist die Vergabe an Generalleistungsträger. Die Generalleistungsträger können als Generalplaner oder Generalunternehmer differenziert werden. Die Generalplaner unternehmen unter einer gesamtverantwortlichen Leistung die Vorerkundung, Interpretation, Variantenstudien sowie die gesamte interdisziplinäre Planung. Diese umfasst auch die Plangenehmigungs- und Bauwerksgenehmigungsverfahren sowie die Ausführungsplanung.

Generalunternehmerprojektabwicklungsformen im Untertagebau lassen sich gliedern in (Abb. 7.2):

- GU I – Komplette Erstellung des Tunnelbauwerks mit allen elektromechanischen und verkehrstechnischen Einrichtungen auf der Basis von Genehmigungs- und Ausführungsplanung sowie Leistungsbeschreibung und Leistungsprogramm.
- GU II – Komplette Erstellung des Tunnelbauwerks sowie der bautechnischen Ausführungsplanung mit allen elektro-mechanischen und verkehrstechnischen Einrichtungen auf der Basis von Genehmigungsplanung, Leistungsbeschreibung und Leistungsprogramm. Manche Autoren betrachten dieses Modell als Totalunternehmerprojektabwicklungsform (TU II). Da es sich allerdings nur um die bautechnische Ausführungsplanung handelt, die auf der Genehmigungsplanung basiert, wird dieser Leistungsumfang hier zu den Generalunternehmerleistungen gezählt.

Die Generalunternehmer (GU I) übernehmen die Ausführung auf Basis einer weitergehend „fertigen“ Ausführungsplanung und einem Leistungsverzeichnis, das meist nach Leistungspauschalen und zeitbezogenen Elementen strukturiert ist, um den Unwägbarkeiten des Tunnelbaus gerecht zu werden (Kapitel 7.7).

Auf der Basis von Genehmigungsplanung, Leistungsbeschreibung und Bauprogramm / Leistungsprogramm wurde beispielsweise die Neubaustrecke Frankfurt-Köln der Deutschen Bahn [179] an einen Generalunternehmer (GU II) vergeben (Abb. 7.2). Diese Ausschreibungsform kann auch als beschränkte Funktionalausschreibung bezeichnet werden, bei der der Unternehmer nur noch im Rahmen der Ausführungsplanung Potenzial zur Optimierung hat.

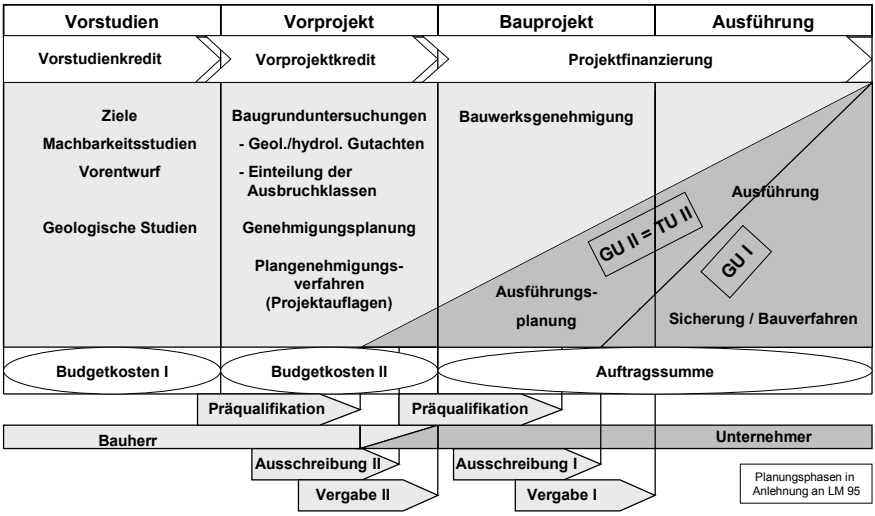


Abb. 7.2: Untertagebau – Projektphasen der Gesamtleistungsträgerprojektabwicklung

Konzeptphase

Die Konzeptphase ist mit derjenigen der zuvor betrachteten Einzelleistungsträgerorganisation (ELT-Organisation) identisch.

Vorprojektphase

In der anschliessenden Vorprojektphase werden folgende Projektaufgaben vom Bauherrn gelöst:

- Baugrunduntersuchungen (siehe ELT-Organisation)
- Projektgenehmigungsverfahren (siehe ELT-Organisation)
- Präqualifikation der Generalunternehmer
- Ermittlung der Budgetkosten II aufgrund der Veränderungen aus den Genehmigungsauflagen (siehe ELT-Organisation)
- Vorbereitung der Ausschreibungsunterlagen für den Ideen- bzw. Preis-Lösungs-Wettbewerb der präqualifizierten Unternehmen in Form einer eingeschränkten Funktionalausschreibung. Die Baubeschreibung muss eine klare Risikoverteilung mit eindeutigen Vorgaben über Ausbruchklassenverteilung und vorhersehbare Störfälle enthalten.

- Spätestens zu diesem Zeitpunkt muss die Finanzierung des Projekts gesichert und die endgültige Genehmigung erteilt sein.
- Ausschreibung der Bauaufgaben und beschränkter Ideen- bzw. Preis-Lösungs-Wettbewerb der Unternehmer in Bezug auf die Optimierung von Ausbruch-, Sicherungs- und Ausbaumethode innerhalb der baubetrieblichen Prozesskette. Die Unternehmer müssen im Wettbewerb ihre Lösung, die Pauschaleinheitspreise und Zwischentermine innerhalb des Rahmenterminplans des Bauherrn ermitteln.
- Der Bauherr ermittelt mit Hilfe eines qualifizierten Bewertungsgremiums die für ihn optimale Lösung und beauftragt den Generalunternehmer.

Eine Etappierung der Finanzierung kann bei dieser Projektabwicklungsform nur noch die ersten beiden Projektphasen umfassen, da mit Beginn der Bauprojektphase die Finanzierung des Gesamtprojekts feststehen muss. Der Bauherr kann allerdings durch die Vergabe der Leistung mit einem Gesamtpreisvertrag eine weitestgehende Kostengarantie vereinbaren.

Für die Beschreibung der Baugrundverhältnisse bedeutet dieses Ausschreibungsverfahren, dass den Anbietern zu diesem frühen Zeitpunkt sehr detaillierte und exakte Informationen zur Verfügung gestellt werden müssen. Es muss also möglich sein, diese Informationen durch Erkundungen vor Ort zu beschaffen oder auf andere Informationsquellen zurückzugreifen.

Im Interesse der Wirtschaftlichkeit muss vermieden werden, dass der Unternehmer wegen Unsicherheiten im Baugrund erhöhte Risikozuschläge in sein Angebot einrechnet. Deshalb ist es sinnvoll, wenn der Bauherr aufgrund der Baugrunderkundungen eine Klassifizierung von Ausbruch und Sicherung vornimmt. Der Unternehmer kann innerhalb dieser Klassifizierung Vortriebsverfahren und Sicherung optimieren.

Bauprojekt- und Ausführungsphase

Die beiden Phasen können bei dieser Projektabwicklungsform (TU II bzw. GU II) parallel durchgeführt werden. Dadurch entsteht ein so genanntes „Fast-Track-Projekt“, das erhebliches Beschleunigungspotenzial enthält. Die Ausführungsplanung ist bei diesem Verfahren Teil der Leistung des Unternehmers.

Folgende Aktivitäten sind nun interaktiv miteinander vernetzt:

- Ausführungsplanung
- Bauwerksgenehmigung (Prüfung der Ausführungsplanung)
- Bauausführung

Während der Ausführungsplanungs- und Bauwerksgenehmigungsphase erfolgt gleichzeitig die Arbeitsvorbereitung und Baustelleneinrichtung. Diese Parallelisierung wird in allen Phasen der Ausführung fortgesetzt. Der Unternehmer trägt die Verantwortung für die Übereinstimmung seiner Ausführungsplanung mit den Anforderungen des Bauherrn einerseits und den Genehmigungsauflagen und dem Fortschritt der Bauausführung andererseits. Der Prüfungsprozess der Ausführungsplanung mit den Prüfinstanzen, Prüfkompetenzen und der Zeitdauer eines Prüfungszyklus muss mit dem Unternehmer klar vereinbart sein.

Um für diese Art der Projektabwicklung geeignete Anbieter zu finden, ist es im Vorfeld der Ausschreibung erforderlich, eine Präqualifikation durchzuführen. Potenzielle Anbieter müssen in diesem Verfahren zeigen, dass sie über die Kompetenz verfügen, ein solches Projekt eigenverantwortlich zu planen und auszuführen. Kriterien für die Auswahl sind technisches Know-how und Erfahrungen mit ähnlichen Projekten sowie finanzielle Bonität. Dieses Verfahren bedeutet für den Bauherrn, dass er seine Tätigkeit auf Vorplanung und qualifizierte Überwachung sowie die Schaffung des rechtlichen und finanziellen Rahmens für die Durchführung des Projekts reduzieren kann.

Vor- und Nachteile für den Bauherrn

Dem Bauherrn entstehen folgende Vorteile:

- Der Bauherr kann im Preis- / Ideenwettbewerb im Rahmen der Ausführungsplanung einen Teil des Projektoptimierungspotenzials nutzen.
- Bei entsprechender vertraglicher Gestaltung ist weitestgehende Kosten- und Termingarantie ab Vergabe an den GU möglich.
- Der Bauherr hat nur noch einen Ansprech- und Vertragspartner während der Bauprojekt- und Ausführungsphase, bei der Mängelbeseitigung von Ausführungsfehlern sowie bei Garantien und Gewährleistung.
- Durch die Vergabe von Ausführungsplanung und Ausführung an einen Anbieter ist eine Parallelisierung dieser Vorgänge möglich. Dies kann die Ausführungszeit verkürzen und geringere Finanzierungskosten ergeben.

- Der Informationsverlust zwischen Vorprojektphase und Bauprojekt- und Ausführungsphase wird durch Integration von Ausführungsplanung und Bauausführung wesentlich verringert.
- Falls pauschalierte Störfallpositionen vereinbart sind, besteht wesentlich geringeres Nachtragspotenzial.
- Es ist eine einfachere Abrechnung möglich.

Nachteilig für den Bauherrn ist, dass die Baubeschreibung und Baugrundgutachten mit Vorgaben über Ausbruchklassen sehr früh sorgfältig festgelegt werden müssen. Spätere Änderungen verursachen meist erhebliche finanzielle Folgen, wenn sie nicht durch pauschale Eventualpositionen vorgegeben wurden. Der Wettbewerb ist nicht life-cycle-orientiert, sondern bezieht sich nur auf die Planungs- bzw. Erstellungskosten.

Vor- und Nachteile für den Unternehmer

Der Unternehmer hat die Chance, durch Integration von Ausführungsplanung und Ausführung seine Ideen und sein Know-how frühzeitig einzubringen und nicht nur im reinen Preiswettbewerb anzubieten. Er hat durch Nutzung seines Know-hows einen grösseren Optimierungs- und Rationalisierungsspielraum, der dem Wettbewerb unterworfen ist. Zudem können die Partner des GU als Hauptleistungsträger im Rahmen von Kooperationen ein grosses Synergiepotenzial aktivieren. Dadurch kann der Unternehmer das mögliche Projektoptimierungspotenzial zum Aufbau komparativer Konkurrenzvorteile nutzen. Da er einen erheblichen Teil des Projektmanagements übernimmt, kann er einen schnellen und störungsfreien Projektablauf erreichen.

- Als nachteilig kann der Umstand angesehen werden, dass seine Risiken zunehmen. Dem kann durch
- eindeutige Genehmigungsprozeduren und -dauer sowie Transparenz aller Genehmigungsauflagen,
- detaillierte Vorgaben im Baugrundgutachten mit Ausbruchklassenverteilung und Störfallszenarien.

begegnet werden.

7.4 Totalleistungsträger im Untertagebau

Bei einem Totalunternehmerauftrag erfolgt meist die Ausschreibung nach einer Präqualifikation auf der Basis von Leistungsbeschreibung und Bauprogramm / Leistungsprogramm als Funktionalausschreibung (TU I). Die Totalleistungsträgerprojektabwicklungsform (Abb. 7.3) integriert weitestgehend die Aufgaben des Generalplaners und des Generalunternehmers. Sie ermöglicht umfangreiche Synergien zwischen Planung und Ausführung und ist daher am geeignetsten bei Projekten, die in Bezug auf Konstruktion, Sicherung, Ausbruchart und Baumethode in verschiedenen Lösungsvarianten ausgeführt werden können und somit ein mehrdimensionales Optimierungspotenzial aufweisen (Abb. 7.4). Die Totalunternehmervergabe erfolgt in seltenen Fällen im Verhandlungsverfahren (Abb. 6.75) oder in einem ein- bzw. zweistufigen Wettbewerbsverfahren (Abb. 6.77) Der entsprechend höhere Planungsaufwand ist dabei zu beachten und dem Optimierungspotenzial gegenüberzustellen.

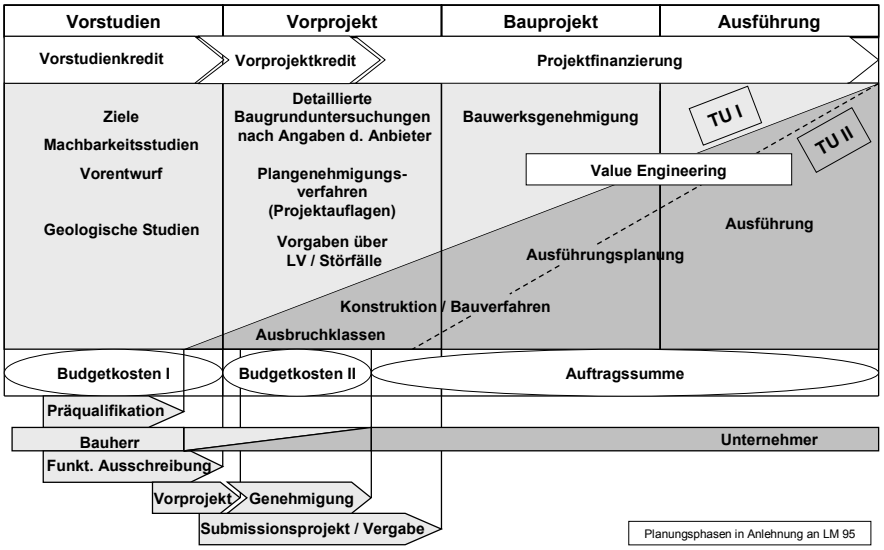


Abb. 7.3: Untertagebau – Projektphasen der Totalleistungsträgerprojektabwicklung

Es soll nur der Vollständigkeit wegen darauf hingewiesen werden, das manche Autoren auch die Variante Komplettausführung mit der gesamten oder auch nur die bautechnische Ausführungsplanung auf der Basis von Genehmigungsplanung und Leistungsbeschreibung und Leistungsprogramm / Leistungsverzeichnis als Totalunternehmerprojektabwicklungsform (TU II) beschreiben. Diese wurde allerdings hier, aufgrund der geringeren gestaltenden Planungsleistung und des nur ergänzenden Generalleistungsumfangs, den Generalleistungsprojektabwicklungsformen (Generalleistung mit Ausführungsplanung) zugeordnet.

Es ist möglich, den Planungs- und den Bauausführungsprozess solcher Projekte teilweise zu parallelisieren und damit erhebliche Zeitvorteile zu gewinnen. Solche Fast-Track-Projekte erfordern natürlich ein besonders präzises, vorausschauendes und vorausplanendes Projektmanagement. Eines der Erfolgsgeheimnisse liegt in der interaktiven Planung zwischen geologischer und hydrologischer Erkundung und Interpretation, Tragwerksplanung und baubetrieblichem Konzept. Die Planung muss so koordiniert werden, dass sie dem parallel laufenden Bauprozess alle Planungsunterlagen für die jeweilige Bauphase termingerecht zur Verfügung stellt. Dies ist eine der schwierigsten Herausforderungen für die Ingenieure [4].

Konzeptphase

Die Konzeptphase ist mit derjenigen der zuvor betrachteten Einzelleistungsträgerprojektabwicklungsform identisch, jedoch findet am Ende der Konzeptphase die Präqualifikation der Totalunternehmer statt. Für die Ausarbeitung des Vorentwurfs und der funktionalen Leistungsbeschreibung ist jedoch ein erheblich grösserer Planungsaufwand gegenüber der Einzelleistungsträgervergabe (Abb. 6.74) erforderlich.

Vorprojektphase

Die Ausarbeitung einer Vorprojektplanung [142] wird bereits von den Anbietern der Totalunternehmerleistung (TU I) durchgeführt, wobei in einem zweistufigen Entscheidungsprozess vom Vorprojekt zum Submissionsprojekt die Zahl der Anbieter stufenweise reduziert wird (Abb. 5.11). Die Entscheidung für einen Anbieter fällt also bereits vor Abschluss der Vorprojektphase. Deshalb muss auch die Finanzierung schon zu diesem Zeitpunkt gesichert sein.

In der Vorprojektphase werden im Rahmen eines zweistufigen TU-Verfahrens (Abb. 5.11 und Abb. 6.77) folgende Projektaufgaben gelöst:

- Baugrunduntersuchungen (siehe ELT-Organisation)
- Vorbereitung der Ausschreibungsunterlagen für den Ideen- bzw. Preis-Lösungs-Wettbewerb der präqualifizierten Unternehmen in Form einer Funktionalausschreibung. Die Baubeschreibung sollte eine klare Baugrundbeschreibung mit tunnelbautechnischen Interpretationen und bemessungstechnischen Parametern enthalten. Zudem sollte die Risikoverteilung mit klaren Vorgaben über Ausbruchklassenverteilung und vorhersehbare Störfälle enthalten sein.
- Ausarbeitung je eines Vorentwurfs durch die präqualifizierten Unternehmen im Ideenwettbewerb unter Berücksichtigung der besonderen Anforderungen des Bauherrn. Jedes Unternehmen kann vom Bauherrn zusätzliche Bodenerkundungen anfordern.
- Jeder Unternehmer muss seinen Vorentwurf mit Deckelpreis vorlegen; der Deckelpreis muss nach dem Gliederungskonzept der Ausscheidungsjury strukturiert werden.
- Der Bauherr ermittelt mit Hilfe eines qualifizierten Bewertungsgremiums die für ihn optimale Lösung und beauftragt den Totalunternehmer.
- Danach erfolgt das Projektgenehmigungsverfahren (siehe ELT-Organisation).
- Spätestens zu diesem Zeitpunkt muss die Finanzierung des Projekts gesichert sein.

Eine weitere Variante ist das einstufige TU-Verfahren (Abb. 6.77), das hauptsächlich in angelsächsischen Ländern erfolgreich und wie folgt angewandt wird:

- Nach dem Ideenwettbewerb mit Deckelpreis (GMP-Vertrag) und der vereinbarten Abrechnung nach dem Prinzip der „gläsernen Taschen“ entscheidet sich der Bauherr für einen Totalunternehmer (TU I) und beauftragt ihn mit der Ausarbeitung der Genehmigungsplanung. Zur weiteren Kostenoptimierung vereinbart der Bauherr mit dem Totalunternehmer ein „Value Engineering“. Damit werden Anreize geschaffen, weitere Verbesserungen im Projekt durchzuführen, bei denen beide durch Aufteilung der Einsparungen einen finanziellen Vorteil erhalten.

Während der Vorprojektphase finden die Baugrunderkundungen statt. Diese können während des Entscheidungsprozesses kontinuierlich verfeinert werden, wenn die Anbieter weitere Informationen benötigen. Der Bauherr sollte möglichst vor dem Ideen- bzw. Preis-Leistungswettbewerb, spätestens aber vor dem Submissionsprojekt ein Konzept erarbeiten, wie die vertragliche Fortschreibung ermöglicht wird, falls die angetroffenen Baugrundverhältnisse von den Erkundungen abweichen, z.B. durch Definitionen von Störfällen, die als Einheitspauschalen im Wettbewerb angeboten werden. Das Störfallkonzept wurde z.B. am Elbtunnel in Hamburg [180] umgesetzt, um derartige Ereignisse zu bewerten.

Im Störfallkonzept kann der Bauherr Ereignisse beschreiben, die in der Ausschreibung unter Berücksichtigung der wahrscheinlichsten geologischen Bedingungen nicht einbezogen wurden, aber Potenzial des Auftretens besitzen. Zu solchen Ereignissen können z.B. gehören:

- Findlinge
- Fremdkörper im Baugrund / Spundbohlen etc.
- artesisch gefüllte Feinsandlinsen

Diese Ereignisse müssen in einem Preiskatalog durch Pauschalpreise berücksichtigt werden, die alle Kosten vom Eintreten des Ereignisses bis zu dessen Beseitigung bzw. Überwindung enthalten müssen, so z.B. Umstellung der Bauverfahren, Beseitigung von Behinderungen, Durchführung der Massnahmen, Umstellung auf Normalbetrieb. Das bedeutet im Regelfall, dass alle Lohn-, Geräte- und Materialkosten einschliesslich der Neben- und allgemeinen Kosten der Baustelle und des Unternehmens eingeschlossen sein müssen. Bei TU-Ausschreibungen kann der Unternehmer in solchen Fällen weitere Störfälle definieren und in den Preiskatalog einfügen. Der Bauherr bewertet unter diesen Umständen nicht nur die Pauschalsumme des TU-Angebots auf der Basis der wahrscheinlichen Geologie, sondern er bildet für alle Anbieter ein virtuelles Leistungsverzeichnis, wo er Ereignisse / Störfälle antizipiert und die Pauschalen nach der Anzahl der virtuellen Ereignisse gewichtet und so die Wettbewerber miteinander vergleicht. Dadurch sichert sich der Bauherr gegen unvorhersehbare Nachträge ab, besonders dann, wenn der Unternehmer alle Störfälle, die im Rahmen der erkundeten Geologie vorkommen können, definieren und durch Pauschalen abdecken muss. Durch dieses Konzept werden Spekulationen weitgehend verhindert; eine einseitige, nebulöse Verschiebung der Risiken auf den Unternehmer findet nicht statt. Die Risiken werden von beiden Seiten definiert und mit Pauschalvergütungen versehen. Der Bauherr hat dadurch eine einfache Kontrolle, Aufmass und Abrechnung. Ferner kann

er aufgrund der virtuellen Leistungsannahmen seine Investitions- bzw. Budgetkosten für die Finanzierung mit einer hohen Sicherheit definieren und auf dieser Basis zusätzlich die Leistungsangebote für die wahrscheinlichsten, minimalen und maximalen Ereignisse miteinander vergleichen.

Im Submissionsprojekt ist das vom Anbieter gewählte Bauverfahren mit wesentlichen Festlegungen und detaillierten Beschreibungen der auszuführenden Leistungen bereits enthalten. Der Unternehmer muss also die geologischen Bedingungen eigenverantwortlich in ein Vortriebs- und Sicherungskonzept und entsprechende Klassifizierungen umsetzen, wie z.B. beim Projekt Glattstollen der Stadt Zürich [181], [182] praktiziert. Der Unternehmer hat also viel Freiraum; er trägt allerdings die gesamten Risiken bei der Interpretation der Erkenntnisse aus der Baugrunderkundung.

Bauprojekt- und Ausführungsphase

Die beiden Phasen können bei dieser Projektabwicklungsform parallel durchgeführt werden und entsprechen weitgehend dem Generalunternehmermodell mit Ausführungsplanung (GU II). Fällt die Entscheidung für einen Unternehmer – wie im angelsächsischen Raum – bereits nach dem Ideenwettbewerb, dann kann ab diesem Zeitpunkt das Projekt als Fast-Track-Projekt abgewickelt werden. Folgende Projektaufgaben sind nun interaktiv miteinander verzahnt:

- Ausführungsplanung
- Value Engineering (falls es angewendet wird)
- Bauwerksgenehmigung (Prüfung der Ausführungsplanung)
- Bauausführung

Bei dieser Projektabwicklungsform kann parallel, aber zeitlich versetzt zur Genehmigungs- mit der Ausführungsplanung begonnen werden. Man beginnt dabei mit den Bereichen, die voraussichtlich nur geringe Veränderungen durch das Genehmigungsverfahren erfahren. Während der Ausführungsplanungs- und Bauwerksgenehmigungsphase erfolgt gleichzeitig die Arbeitsvorbereitung und Baustelleneinrichtung. Diese Parallelisierung wird in allen Phasen der Ausführung fortgesetzt. Der Unternehmer trägt die volle Verantwortung für die richtige Interpretation der Baugrunderkundung und das daraus abgeleitete Bauverfahren. Ein unabhängiger Sachverständiger des Bauherrn überprüft die Vorschläge des Bauunternehmers aus tunnelstatischer Sicht unter Beachtung der Auflagen des Bauherrn. Dies bringt für den Unternehmer im Allgemeinen eine gewaltige Risikoausweitung, die eine hohe Kompetenz und auch kompetente

Kooperationspartner verlangt. Der Unternehmer trägt ferner die Verantwortung für die Genehmigungsfähigkeit seiner Planung (Bauwerksgenehmigung) auf der Basis der Planfeststellungsauflagen und der vorgegebenen Vertragsbedingungen.

Dieses Verfahren bedeutet für den Bauherrn, dass er seine Tätigkeit auf Vorplanung und qualifizierte Überwachung sowie die Schaffung des rechtlichen und finanziellen Rahmens für die Durchführung des Projekts reduzieren kann.

Vor- und Nachteile

Die beim Generalunternehmermodell angeführten Vor- und Nachteile gelten auch in diesem Fall. Hervorzuheben ist, dass der Bauherr sich bei diesem Verfahren auf die wesentlichsten Bauherrenaufgaben beschränkt, nämlich die grundlegenden Parameter des Projekts zu definieren, den rechtlichen und finanziellen Rahmen für die Durchführung des Projekts zu schaffen und eine hoch qualifizierte Projekt- und Bauleitung zu engagieren. Der Wettbewerb ist nicht life-cycle-orientiert, sondern bezieht sich nur auf die Planungs- bzw. Erstellungskosten.

Der Unternehmer hat praktisch weitgehende Freiheit, im Ideenwettbewerb eine Lösung für die Bauaufgabe des Bauherrn zu entwickeln, und kann so seine Kompetenzen und sein Know-how optimal in das Projekt einbringen. Damit verbunden ist eine weitreichende Risikoverschiebung im Rahmen der Baugrundinterpretation und des Genehmigungsverfahrens (Bauwerksgenehmigung / Prüfung). Diese Baugrundrisikoübertragung liegt allerdings noch in einer Grauzone, die durch die elementare Risikophilosophie im Allgemeinen von beiden beeinflusst wird: Der Baugrund ist Eigentum des Bauherrn, die richtige Behandlung des Baugrunds ist Aufgabe des Unternehmers. Die Problematik dieser Risikoverteilung liegt darin, dass der Bauherr nur die Bodenuntersuchungen zur Verfügung stellt, jedoch die Interpretation bezüglich Ausbruchklassen nicht selbst vornimmt. Der Unternehmer hat nur ein Recht auf Nachträge, wenn andere Boden- oder Felsarten oder Böden oder Festgesteine mit anderen Kennwerten angetroffen werden als in den Boden- bzw. geologischen Gutachten untersucht wurden.

7.5 Zusammenfassung – Projektabwicklungsformen im Untertagebau

Zusammenfassend ist festzustellen (Abb. 7.4), dass die Ausschreibung mit Leistungsverzeichnis und Vergabe an Einzelleistungsträger vor allem für Projekte geeignet ist, bei denen

- eine sukzessive Entwicklung in Bezug auf die Abklärung der Baugrundrisiken, die Sicherstellung der Finanzierung und der Genehmigung sowie die Berücksichtigung der Auflagen eine relativ lange Zeit erfordert, wie dies z.B. bei den Projekten der NEAT [183] der Fall war. Daraus resultiert oft, dass die Ausführungsplanung so weit fertig gestellt ist, dass keine andere Projektabwicklungsform sinnvoll ist;
- das Projekt so einfach ist, dass ein Ideenwettbewerb keine unterschiedlichen Akzente setzt;
- der Preiswettbewerb voll genutzt werden soll.

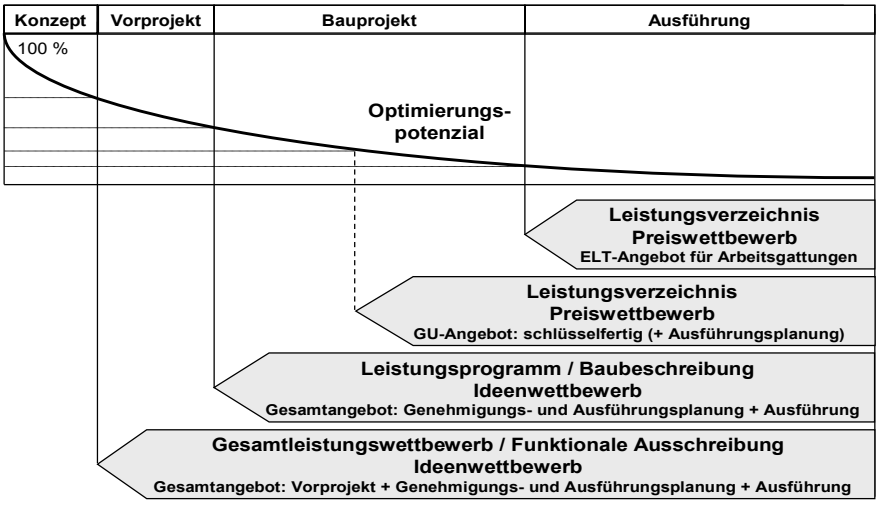


Abb. 7.4: Optimierungspotenzial – Wettbewerbs- und Projektabwicklungsformen

Die Funktionalausschreibung [184] mit Leistungsbeschreibung bzw. Leistungsprogramm und Vergabe an einen Generalunternehmer bzw. Totalunternehmer ist besonders bei Projekten vorteilhaft, bei denen

- Finanzierung und Genehmigung des Projekts gesichert sind;
- die Baugrundverhältnisse zügig abgeklärt werden können;
- die Anforderungen und die Randbedingungen sehr früh feststehen und nach Auftragsvergabe keine wesentlichen Änderungen mehr auftreten;
- die Risiken, insbesondere die Baugrundrisiken, sehr stark eingeengt werden können;
- die technische und wirtschaftliche Optimierung durch den Ideenwettbewerb der Anbieter erfolgen soll;
- der Bauherr nach Auftragsvergabe weitreichende Termin- und Kostengarantien haben möchte;
- eine schnelle Bauausführung erfolgen soll;
- der Bauherr nur ein minimales Projektmanagement betreiben will oder kann.

Für Funktionalausschreibungen eignen sich Schildvortriebe mit einer im Schild eingebauten Tunnelauskleidung besonders. Beim Schildvortrieb müssen nur die unterschiedlichen Bodenverhältnisse an der Ortsbrust, die Leistungsveränderungen ergeben, differenziert werden.

Bei der Spritzbetonbauweise müssen für die wechselnden geologischen Verhältnisse unterschiedliche Ausbruch- und Sicherungsklassen berücksichtigt werden. Daher eignet sich diese Bauweise zurzeit noch für die Einzelleistungsträgerprojektabwicklung und Ausschreibung nach Leistungsverzeichnis oder für das Generalunternehmermodell mit eingeschränkter Funktionalausschreibung.

Speziell für den Untertagebau bieten sich beim Einsatz von Funktionalausschreibungen vielfältige Möglichkeiten für den Unternehmer, sich durch sein spezifisches Know-how in Konstruktion und Ausführung Wettbewerbsvorteile zu verschaffen und wirtschaftlichere Lösungen anzubieten. Andererseits kann der Bauherr durch die grössere Verantwortung des Unternehmers bei der Funktionalausschreibung seine Sicherheit vergrössern und sich auf seine Kernkompetenzen als Infrastrukturnetzbetreiber konzentrieren.

Die verschiedenen Projektabwicklungs- und Ausschreibungs- bzw. Wettbewerbsformen ermöglichen in unterschiedlichem Grad, das Optimierungspotenzial (Abb. 7.4) dem Wettbewerb zu unterstellen. Das eröffnet dem Bauherrn, abweichend von der „one way"-Lösung, im Preis-Leistungs-Wettbewerb unter mehreren Varianten die für seine Bedürfnisse optimale Lösung zu wählen.

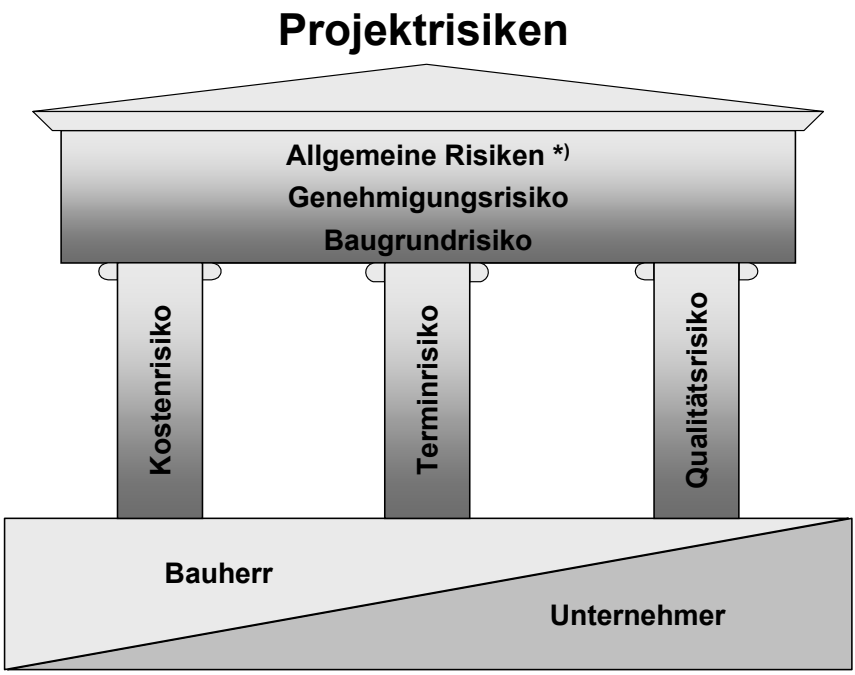
7.6 Risikomanagement als Schlüssel zur konfliktarmen Abwicklung von Untertageprojekten

7.6.1 Projektrisiken

Nachdem die Grundvoraussetzungen für die Wahl der einzelnen Projektabwicklungsformen abgeklärt wurden, ist das Risikomanagement für die Gestaltung der Ausschreibung zu betrachten, um das Projekt in einer Win-Win-Situation für Bauherrn und Unternehmer abzuschliessen.

Wesentlich für eine konfliktarme Projektabwicklung ist die ausgewogene Verteilung der Risiken auf die Projektbeteiligten (Abb. 7.5), was sich auch in der Gestaltung der Ausschreibung niederschlägt. Im Rahmen des Risikomanagements sollten die Risiken so verteilt werden, dass der Vertrag weitestgehend von spekulativen Elementen entlastet wird [185], [186]. Der Bauherr zahlt für das fertige Bauwerk den tatsächlichen Geldwert dessen, was vertraglich gebaut wurde. Der Auftragnehmer erleidet bei unerwarteten Abweichungen keinen Schaden. Dadurch entfallen spekulative Zuschläge weitestgehend.

Die signifikantesten Risiken im Untertagebau, die hier näher betrachtet werden sollen, sind einerseits das Genehmigungsrisiko und andererseits das Baugrundrisiko. Das Baugrundrisiko ist insofern so bedeutend, als der Ausbruch und die Sicherungsmassnahmen (die direkt von der Interaktion des Baugrunds mit dem gewählten Bauverfahren abhängen) je nach Ausbruchqerschnitt 50 bis 60 % der Baukosten betragen. Der Vertrag sollte so gestaltet werden, dass unvorhersehbare Änderungen vertraglich gefasst werden können; er sollte auch bei geänderten örtlichen Verhältnissen fortschreibungsfähig sein.



*) Bonität und Qualifikation der Projektbeteiligten, äussere Einflüsse, politische Einflüsse, unzureichende Zielvereinbarung

Abb. 7.5: Verteilung der Risiken auf die Projektbeteiligten

7.6.2 Genehmigungsrisiko

Beim Genehmigungsrisiko sind in der Praxis zwei Fälle zu unterscheiden:

- Bei der Vergabe an einen Generalunternehmer liegen Ausschreibung und Vergabe in der Regel zeitlich nach der Planbewilligung.
- Bei der Vergabe an einen Totalunternehmer liegt die Vergabe oft vor der endgültigen Planbewilligung, da die Erstellung des Vorprojekts als Bewilligungsgrundlage zur Leistung des Totalunternehmers gehört.

Ist das Planbewilligungsverfahren abgeschlossen, besteht ein Genehmigungsrisiko nur für den Fall, dass Bauwerksbewilligungen erforderlich sind. Im Fall der Vergabe vor der Planbewilligung muss die Ausschreibung ein Störfallszenario mit Pufferzeiten und Eventualpositionen enthalten.

Da der Unternehmer in der Regel keinen oder nur geringen Einfluss auf den Ablauf des Bewilligungsverfahrens und die erforderlichen Entscheidungen hat, müssen die Beschaffung der Genehmigungen und deren kostenmässige und terminliche Konsequenzen im Verantwortungsbereich des Bauherrn liegen, d.h., die Planungssicherheit liegt in der Zuständigkeit und Verantwortung des Bauherrn.

Falls die Beauftragung des Unternehmers aus Zeit- und Beschleunigungsgründen vor der letztinstanzlichen Abklärung erfolgt, ist es für die Kostensicherheit beider Seiten wichtig, eine Bewertung der aus dem Genehmigungsverfahren entstehenden Risiken vorzunehmen. Dies kann mit Hilfe eines Störfallkonzepts geschehen. Der Bauherr ist gut beraten, Eventualpositionen zur Abdeckung der möglichen Auflagen vorzusehen.

Im Fall der Verzögerung des Genehmigungsverfahrens ist zu prüfen, welche Auswirkungen auf den Projektablauf daraus entstehen. Sind davon Leistungen betroffen, die auf dem kritischen Weg liegen, kann der Unternehmer eine Terminverlängerung geltend machen. Auch eine Änderung der Auflagen aus dem Bewilligungsverfahren kann, wenn sie Abweichungen von den vorher getroffenen Annahmen zur Folge hat, zu Nachforderungen des Unternehmers führen.

Die endgültige Vergabe an den Unternehmer sollte möglichst kurz vor oder am Ende des Genehmigungsverfahrens erfolgen, wenn alle kostenrelevanten Auflagen bekannt sind.

Die Situation bei Baubewilligungen für einzelne Bauwerke ist grundsätzlich ähnlich. Allerdings liegt es weitgehend im Handlungsspielraum des Unternehmers, dieses Verfahren durch einen bewilligungsfähigen Entwurf unter Beachtung der Auflagen, Spezifikationen und Normen zu vereinfachen und zu beschleunigen. Da diese Bewilligungen auf der Grundlage von gesetzlichen und technischen Vorschriften erteilt werden, fehlt die Unsicherheit aus dem politischen Entscheidungsprozess, der mit dem Planbewilligungsverfahren verbunden ist.

Für den Unternehmer ist es wichtig, dass der Prüfungsprozess durch den Bauherrn sowie die Fach- und Aufsichtsbehörden bezüglich der Prüfdauer und der Prüfungsinhalte klar geregelt ist, damit keine Behinderungen des Projektablaufs entstehen. Ferner muss vom Unternehmer verlangt werden, dass er einen Prüfungsterminplan mit der logischen Reihenfolge der Unterlagen vorlegt, damit die Prüfer sich kapazitätsmässig darauf einstellen können.

Erstellt der Unternehmer die Ausführungsplanung, so liegt es in seiner Verantwortung, dass die Vorprojektplanung und die Auflagen aus den Genehmigungsverfahren in der Ausführungsplanung so umgesetzt werden, dass aus dem Prüfungsprozess durch den Bauherrn sowie die Fach- und Aufsichtsbehörden keine Behinderungen des Projektablaufs resultieren.

7.6.3 Baugrundrisiko

Das wesentlichste Risikoelement stellt der Baugrund [186], [187] dar. Das Baugrundrisiko lässt sich in zwei Zuständigkeitsbereiche unterteilen, die jedoch von einander abhängig sind:

- Die Erkundung der Baugrundverhältnisse, deren Beschreibung und Interpretation
- Die sachkundige Behandlung des Baugrunds

Das Baugrundrisiko erwächst vor allem aus Abweichungen der tatsächlich angetroffenen Baugrundverhältnisse von den prognostizierten Verhältnissen. Abweichungen sind in folgenden Bereichen möglich:

- Bodenklassen und, daraus resultierend, Ausbruch- und Sicherungsmassnahmen
- Mächtigkeit, Schichtung und Tragfähigkeit der Boden- und Felsschichten
- Verlauf, Häufigkeit, Grösse und Füllungen von Klüften und Störzonen
- Quellfähigkeit gewisser Gesteinsarten
- Lage und Aggressivität des Grundwassers
- Austritt gefährlicher Gase
- Temperatur
- Kontamination des Bodens
- Fremdkörper im Boden (Leitungen, Anker, Pfähle, ganze Bauwerke etc.)

Grundlage dieser Prognosen sind die Erkundungen des Baugrunds (Abb. 7.6) und die daraus zu ziehenden Schlüsse.

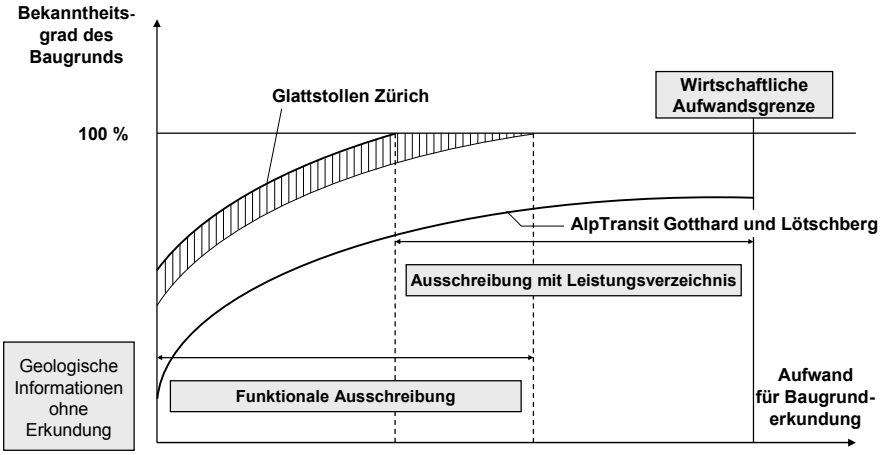


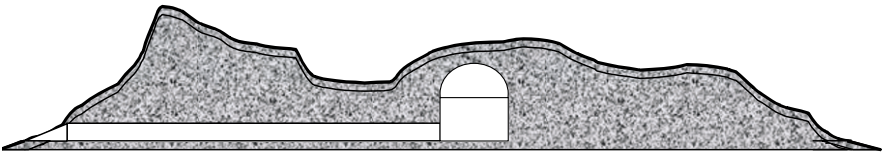
Abb. 7.6: Projektabwicklungsformen in Abhängigkeit von der Qualität der Baugrunderkundung

Aus zwei Gründen muss der Bauherr die Erkundung des Baugrunds vornehmen. Erstens muss die Erkundung im Vorfeld der Ausschreibung erfolgen, zweitens hat er in der Regel als einziger eine Rechtsgrundlage, diese Arbeiten durchzuführen. Dies gilt insbesondere bei sehr grossen und komplexen Projekten, bei denen durch ein umfangreiches Variantenstudium der Zeitraum der Baugrunderkundung mehrere Jahre umfassen kann. Es liegt im Einflussbereich des Bauherrn, das Baugrundrisiko durch möglichst exakte Erkundung zu minimieren. Der Bauherr übernimmt durch die Bereitstellung des Baugrunds und der Baugrunderkundung die Verantwortung für die Richtigkeit der Herkunft und der Beschreibung der geologischen und hydrologischen Daten.

Der Bauunternehmer ist verantwortlich für die sachgerechte Behandlung des Baugrunds, also dafür, dass beim Vortrieb und der Sicherung alle Massnahmen getroffen werden, die nötig sind, um das Bauwerk sicher und entsprechend den Anforderungen herzustellen. Im Vorfeld müssen jedoch die Festlegung des Bauverfahrens und eine Klassifizierung der Vortriebs- und Sicherungsmassnahmen, die erheblichen Einfluss auf die Risikoverteilung hat, erfolgen.

7.7 Ausschreibungsgestaltung

Risikoverteilung und Risikoeingrenzung werden weitgehend durch die Ausschreibung gestaltet. Beim Leistungsverzeichnis, wo der Auftraggeber die Umsetzung der Prognosen in Ausbruchklassen, Ausbrucharten und Bauverfahren vornimmt, übernimmt er das Risiko. Bei der funktionalen Ausschreibung erfolgt die Umsetzung der Prognosen ganz oder teilweise durch den Unternehmer; daher übernimmt er weitgehend das damit verbundene Risiko. Es ist festzustellen, dass es nicht ausreicht, wenn der Bauherr die Verantwortung für die Richtigkeit der Baugrundbeschreibung übernimmt. Mit der Wahl des Geländes hat der Bauherr die Baugrundverhältnisse vorgegeben und ist damit auch für die Konsequenzen aus Abweichungen zwischen anstehendem Baugrund und der Prognose verantwortlich.



	Abschnitt 1 Zugang	Abschnitt 2 Kalotte	Abschnitt 3 Strosse
Prognose	Ausbruchklasse x 50 % Ausbruchklasse y 50 % Störfall 1.1 Störfall 1.2 Störfall 1.3	Ausbruchklasse y 30 % Ausbruchklasse z 70 % Störfall 2.1 Störfall 2.2.	Ausbruchklasse x 50 % Ausbruchklasse z 50 % Störfall 3.2 Störfall 3.3
Angebot	Abschnittspauschale 1 Termin Störfallpauschale 1.1 Störfallpauschale 1.2 Störfallpauschale 1.3	Abschnittspauschale 2 Termin Störfallpauschale 2.1 Störfallpauschale 2.2	Abschnittspauschale 3 Termin Störfallpauschale 3.2 Störfallpauschale 3.3
	Detaillierte Leistungvorgaben und zeitabhängige Einheitspauschalpreise		

In Anlehnung an: Pellar u. Watzlaw

Abb. 7.7: Kavernenausbruch – Ausbruch- und Störfallklassifizierung

Mit dieser Verantwortung für die Baugrundverhältnisse ist deren Interpretation verbunden. Der Bauherr sollte den Anbietern alle faktischen und interpretativen Daten zur Verfügung stellen, also bereits selbst eine Klassifi-

zierung hinsichtlich Ausbau und Sicherung vornehmen, und entsprechende Parameter für die Bemessung festlegen. Bei der Funktionalausschreibung mit Leistungsprogramm muss die Ausschreibung so gestaltet werden, dass die Vergleichbarkeit der Angebote für den Bauherrn gesichert [188] und dem Unternehmer eine klare Planungs- und Kalkulationsgrundlage gegeben wird, um im Rahmen eines Ideen- bzw. Preis-Leistungswettbewerbs seinen Vorschlag auszuarbeiten. Dazu gehört eine Einteilung der Tunnelbauwerke in Teilabschnitte / Homogenbereiche (Abb. 7.7) mit vergleichbaren Baugrundverhältnissen. Die Einteilung erfolgt in Normal- und Sonderabschnitte; in diesen Teilabschnitten wird die prozentuale Verteilung der Ausbruchklassen mit der dazugehörigen Streubreite angegeben. Auch der angebotene Gesamtpreis ist nach diesen Abschnitten und Ausbruchklassen zu gliedern und damit eine Preistransparenz hinsichtlich der geologischen Verhältnisse zu schaffen.

Mit dieser Klassifizierung wird eine klare Kalkulationsgrundlage gegeben und die Vergleichbarkeit der Angebote sichergestellt. Im Rahmen dieser Bauwerksgliederung kann der Unternehmer Materialien, Sicherungstechnik, Bauverfahren und Bauablauf unter Berücksichtigung der Bauherrenvorgaben für eine hinsichtlich Kosten und Bauzeit optimierte Lösung festlegen. Der Bieter sollte, neben der Angabe der Teilpauschalen für die Teilabschnitte, den Gesamtpreis und Fixtermin angeben. Um die Vergleichbarkeit der Angebote sicherzustellen und bei Abweichungen in der Praxis einen Abrechnungsmodus als Grundlage zu haben, sollten je Ausbruchklasse und für jeden Sonderbereich folgende Angaben gemacht werden:

- Vortriebsleistungen in Meter pro Arbeitstag; falls der Querschnitt in Kalotte, Strosse und Sohle unterteilt ist, separat;
- Aufteilung der Abrechnungspreise in leistungsbezogene Ansätze, Pauschalen und zeitbezogene Elemente, z.B.:
  - leistungsbezogene Preise: Ausbruch- sowie Sicherungspreis enthalten Löhne, Materialien und Betriebskosten der Geräte pro ausgeschriebener Klasse (alternativ zur Baustelleneinrichtungspauschale können AVS (Abschreibungen, Verzinsung, Steuern) und Schlussrevision in die Leistungspreise eingerechnet werden). Diese Preise werden als Einheitspreispauschale, z.B. in Franken pro Meter Vortrieb, verrechnet;
  - Baustelleneinrichtungspauschale (Kosten der Baustelleneinrichtung, AVS für Leistungsgeräte über die theoretische Bauzeit sowie die Kosten der Schlussrevision;

dazu ist es erforderlich, die Baustelleneinrichtungs- und Geräteliste mit den eingerechneten Kosten detailliert anzugeben);

- Umstellungspauschalen beim Wechsel von einer zur anderen Ausbruch- bzw. Sicherungsklasse;
- zeitbezogene Preise: Vorhaltung der Baustelleneinrichtung; Gemeinkosten, falls die Bauzeit durch Änderungen, die der Bauherr zu vertreten hat, verlängert wird.

Diese Werte können als Grundlage für die mengen- und zeitabhängige Bewertung veränderter Ereignisse angewendet werden, die noch im Rahmen der für die Angebotsgestaltung angenommen Prognose liegen. Dies dient zur Vereinfachung der Abrechnung.

Ziel der Klassifizierung ist es, die aus der Unsicherheit über die Baugrundverhältnisse resultierenden spekulativen Elemente in den Angeboten zu minimieren. Zur Fortschreibungsfähigkeit des Vertrags ist es erforderlich, dass ergänzend zu dieser Klassifizierung Regelungen für Abweichungen und Änderungen festgelegt werden, um z.B. während der Ausführung auftretende Differenzen zur Baugrundbeschreibung bewerten zu können. Eine Möglichkeit für eine solche Bewertung ist ein auf die Klassifizierung von Ausbruch und Sicherung bezogenes Störfallkonzept

Abweichungen von Fällen, die in den jeweiligen Tunnelabschnitten anhand der prognostizierten Baugrundverhältnisse festgelegt wurden, werden als Störfälle betrachtet. Störfälle können beispielsweise das Auftreten härterer Gesteinsschichten bei einem Bohr- oder Schrämvortrieb, Nachankerungen bei unerwarteten Verformungen oder Findlinge im Lockergestein beim Schildvortrieb sein. Die Wahrscheinlichkeit des Auftretens solcher Störfälle und deren Folgen [81] sind mittels einer Risikoanalyse zu bewerten, da sie in der Regel zusätzliche Kosten für Ausbruch oder Sicherung, für Verfahrensumstellungen oder Beschleunigung verursachen. Die Kosten eines Störfalls können im Angebot entweder als Gesamtpreis oder nach differenzierten, zeit- und leistungsabhängigen Pauschalen ausgewiesen werden.

Der Bauherr kann die Angebote anhand einer risikobasierten Projektbeurteilung [81] bewerten.

Der Vorteil eines solchen Störfallkonzepts besteht darin, dass für mögliche Abweichungen eine entsprechende Vergütung festgelegt ist. Damit ist eine schnelle und weitgehende konfliktfreie Entscheidung auf der Baustelle gewährleistet. Spekulative Risikozuschläge in der Kalkulation des Unternehmers entfallen, und der Bauherr bezahlt nur das, was ausgeführt wurde.

Es hat sich gezeigt, dass sich Baumassnahmen mit Schildvortrieb, wo der unmittelbare Einfluss der Baugrundverhältnisse auf Ausbruch und Sicherung weniger ausgeprägt ist, mit funktionalen Leistungsausschreibungen sehr erfolgreich abwickeln lassen [180], [181]. Bauwerke in Spritzbetonbauweise, bei denen auf die wechselnden geologischen Verhältnisse flexibler und schneller reagiert werden muss, um eine permanente Optimierung auf der Baustelle zu erreichen, könnten nach dem vorgestellten Konzept risiko- und konfliktarm erfolgreich abgewickelt werden.

7.8 Vertragsgestaltung

Die Fortschreibungsfähigkeit des Vertrags, die auch bei auftretenden Veränderungen gesichert sein soll, ist eines der wichtigsten Elemente zur schnellen, fairen und konfliktfreien Abwicklung der Projekte im Untertagebau. Zur Gestaltung dieser Aufgabe reicht das Kopieren von Arbeitsgattungen aus den Normenpositionskatalogen nicht aus; es ist Kreativität und vorausschauendes Denken erforderlich. Diese Anforderungen werden weitreichend durch das vorgestellte Konzept der abschnittsweisen Klasseneinteilung und Störfälle erfüllt. Im Vertrag müssen einfache Regeln angegeben werden, wie die Zeitverlängerung oder -verkürzung bei dynamischen Verschiebungen der Ausbruchklassen oder beim Eintreten von Störfällen aus den kalkulatorischen Angaben ermittelt wird. Die Mehr- bzw. Mindervergütungen sollten abschnittsweise erfolgen, damit die Änderung der Berechnungsgrundlage eindeutig dem jeweiligen Abschnitt zugeordnet werden kann. Eine Anpassung der Vergütung nach oben oder unten erfolgt erst, wenn ein bestimmter Abweichungswert über- oder unterschritten ist.

Ein weiteres vertragliches Element zur wirtschaftlichen Ausführung ist die Schaffung von Anreizen für Verbesserungsvorschläge während der Bauzeit. Dies kann in Form des „Value Engineering“ erfolgen, das in angelsächsischen Ländern erfolgreich angewendet wird (siehe Kapitel 6.3) und die Aufteilung der Einsparungen zwischen Bauherrn und Unternehmer regelt. Im Vertrag sind der Entscheidungsprozess und die Rollenverteilung vorzugeben, wie bei Abweichungen von den prognostizierten Ausbruchklassen vor Ort vorzugehen ist. Dies beugt Streitigkeiten und Verzögerungen im Bauablauf vor.

7.9 Entscheidungskonzept vor Ort

Voraussetzung für die erfolgreiche Umsetzung der Vertragsbedingungen im Tunnelbau ist ein kompetentes und qualifiziertes Projektmanagement auf der Baustelle. An die örtliche Bauleitung / Bauüberwachung werden qualitativ sehr hohe Anforderungen gestellt. Sie müssen nach dem Mehr-Augen-Prinzip die Vorschläge des Unternehmers diskutieren und bewerten, um die laufenden Anpassungen der Ausbruch- und Sicherungsmassnahmen an die tatsächlichen Verhältnisse gemäss dem baubetrieblichen Fortschritt vorzunehmen. Das Personal muss in der Lage sein, sowohl die geologischen und hydrologischen wie auch die baubetrieblichen Aspekte kompetent zu beurteilen.

Im Falle eines GU- / TU-Vertrags kann hierzu eine Prüfinstanz in Form eines unabhängigen Ingenieurs oder Expertengremiums vorgesehen werden, die von beiden Seiten anerkannt ist und im Fall von Streitigkeiten Entscheidungsbefugnis hat. Die Auswahl dieser unabhängigen Instanz kann beispielsweise durch den Auftraggeber nach Vorschlägen des Auftragnehmers erfolgen.

Eine der häufigsten zu treffenden Entscheidungen ist die Festlegung der anstehenden Ausbruch- und Sicherungsklassen. Die Entscheidung wird aufgrund der geologischen und hydrologischen Verhältnisse im Zusammenhang mit geotechnischen Messergebnissen und tunnelstatischen Untersuchungen gefällt und mit gewonnen Erfahrungswerten abgerundet. Der Vorschlag zur Klasseneinordnung sollte beim GU- und TU-Vertrag vom Unternehmer kommen und dem Bauherrn zur Genehmigung vorgelegt werden. Falls es nicht zur Einigung kommt, ist aus Sicherheitsgründen die höhere Ausbruch- und Sicherungsklasse zu verwenden und kurzfristig eine Entscheidung des Prüfers bzw. des Expertengremiums herbeizuführen.

7.10 „K E F I R“ – Alternatives Modell für Risikoverteilung und Vergütungsregelung bei BOT im Untertagebau

Für BOT-Modelle gibt es weltweit viele erfolgreiche Beispiele, jedoch sehr wenige im Sektor Untertagebau. In den Untertagebauten stecken grosse geologische Risiken, die diese Projekte für Systemanbieter nur bedingt interessant machen („Different projects have different risk profiles“ [150]).

Die Win-Win-Situation, die für langfristig erfolgreiche BOT-Modelle notwendig ist, kann bei solchen Projekten primär nur durch eine ausgewogene Risikoteilung zwischen Konzessionsgeber und Konzessionsnehmer sichergestellt werden. Für den Konzessionsgeber ist dabei eine volkswirt-

schaftlich sinnvolle Projektentwicklung und -abwicklung, d.h. der richtige Mix aus Konzessionszeit, Risikoteilung und Anschubfinanzierung u.ä., relevant. Dieses Optimum ist langfristig bei Konzessionsvergaben unter Wettbewerb (competitive bidding) eher zu erreichen als im Verhandlungsverfahren mit nur einem interessierten Konzessionsbewerber (Memorandum of Understanding).

Das alternative Modellkonzept „K E F I R“ wurde von M. Spiegl in seiner Dissertation entwickelt und ist speziell für Untertagebauten von Wasserkraftwerken konzipiert, grundsätzlich aber auf alle Projekte mit grossen Baugrundrisiken anwendbar. Es ist eine Ergänzung für Risikoteilung und Vergütungsregelung zum etablierten FIDIC / EPC Turnkey Contract für dessen grundsätzliche Anwendbarkeit auf Untertagebauten [175], [189]. Dieser Vertrag geht von einem Partnering aus, in dem der Konzessionsnehmer das Projekt plant, umsetzt, finanziert, baut und betreibt und dabei ein grösseres Risiko entsprechend den Intentionen eines PPP-Modells übernimmt [190]. Der EPC Turnkey Contract schliesst aber Projekte mit einem substanziellen Anteil an Untertagebauten aufgrund des erhöhten Risikos für den Konzessionsnehmer aus; dies entspricht dem grundsätzlichen FIDIC-Prinzip einer ausgewogenen Teilung der Risiken entsprechend der jeweiligen Einflusssphäre. Erforderlich ist daher ein Sub-Modul, das hier eine Erweiterung des EPC Turnkey Contract und somit seine grundsätzliche Anwendung auf Untertagebauten ermöglicht.

Die Intention von „K E F I R“ ist die Stimulation des Innovationspotenzials und des Know-hows der Bieter in einem internationalen Wettbewerb, in dem die Erwartungshaltung in den Baugrund dem Wettbewerb unterzogen wird. Die maximale Risikotragung aus dem Baugrund wird durch eine vom Konzessionsgeber vorgegebene monetäre Grenze festgelegt (Grenz-Bonität des Angebots).

Der Risikoausgleich sollte sinnvoller über das Projektportfolio des Konzessionsgebers (Staat, Land) erfolgen, da er meist mehrere Projekte hat, die einen kostengünstigen Risikoausgleich ermöglichen. Da die meisten Bieter (hier Bauunternehmen) kein ausreichend grosses Projektportfolio zum Ausgleich von Einzelprojektrisiken besitzen, müssen sie aufgrund hoher Risikozuschläge viel teurer anbieten. Ferner ist die Projektgesellschaft selbst durch die Zwänge aus der Finanzierung (cash flow related lending, off-balance-sheet financing) nicht in der Lage, solche Risiken an Einzelprojekten zu übernehmen.

Die Einschätzung des Baugrunds durch die Bieter bei gleichzeitiger Risikodeckelung bedingt eine spekulative Komponente, der durch entsprechende Begleitmassnahmen vorgebeugt werden muss.

Die Risikobegrenzung forciert einen breiteren Wettbewerb mit höheren Realisierungschancen bei verringertem Projektfertigstellungsrisiko, neben den positiven Effekten aus der Wettbewerbsform (Systemanbieter).

In die Angebotsbewertung fliessen sowohl die Erwartungshaltungen von Konzessionsgeber und Konzessionsbewerbern ein, es bekommt also nicht der Billigstbieter den Zuschlag, sondern jener Bieter, der in der Schnittmenge der Erwartungshaltungen das beste Angebot unterbreitet. Zu diesem Zeitpunkt sind die später aufgefahrenen Verhältnisse nicht bekannt, die Einschätzung, welche Erwartungshaltung daher richtig ist, hat grundsätzlich subjektiven Charakter. Die Gewichtungsfaktoren sind in erster Linie projektspezifisch festzulegen. Des Weiteren kann durch eine entsprechende Gewichtung die Höhe des Pauschalpreises gegenüber den anderen Angebotsbestandteilen gesteuert werden.

Voraussetzung für das Modell „K E F I R“ sind ein Präqualifikationsverfahren (das meist üblich ist) und die Erarbeitung einer „konkretisierten Projektvorstellung“ des Konzessionsgebers; diese betrifft sowohl bautechnische, betriebstechnische, wirtschaftliche wie auch terminliche Vorgaben. Dazu sind umfangreichere Vorarbeiten des Konzessionsgebers erforderlich, um das Projekt für das Konzessionsvergabeverfahren aufzubereiten – dazu zählen Erschliessung der Baustellenflächen, geologische Erkundungsmassnahmen u.ä. Diese Vorarbeiten und Randbedingungen machen insofern Sinn, als sie viele der möglichen Risiken minimieren und zudem die Randbedingungen bei Tunnelbauwerken von vornherein definiert sind.

Die Erfahrungen z.B. in Indien zeigen auch, dass ohne entsprechend weitreichende Vorarbeiten das Interesse privater Investoren nicht in ausreichendem Mass gewonnen werden kann.

Das Modellkonzept forciert eine realistische Preisbildung bei eindeutiger Risikozuordnung bzw. Risikobegrenzung durch eine Bonus- / Malus-Regelung wie folgt:

- Pauschalpreis-Erwartungshaltung des Konzessionsbewerbers stellt einen Mindesterlös dar, selbst wenn die Verhältnisse sich als besser herausstellen (Bonus).
- Risikotragung des Konzessionsnehmers bis zur Grenz-Bonität des Angebots, unabhängig von der Art des Ereignisses (in Sonderfällen Ausnahmen möglich), Risikoübernahme unterliegt dem Wettbewerb, zu optimistische bzw. spekulative Erwartungshaltung im Wettbewerb wird durch eine Malus-Regelung bei Überschreitung während der Ausführung benachteiligt.

- Die monetäre Risikobegrenzung hat geringere Risikozuschläge zur Folge. Damit wird die Finanzierung einfacher und ein breiterer Interessentenkreis wird sich im Wettbewerb messen.
- Die Risiken werden sich durch grössere Vorleistungen des Konzessionsgebers verringern.

Das Modell hat Ansätze eines „Target Costing“, die wie folgt definiert werden (Abb. 7.8):

- Vorgabe der Grenz-Bonität des Angebots (GBA) als monetäre Grenze der Risikotragung seitens des Konzessionsgebers (KG)
- Pauschalpreiserwartung des Konzessionsbewerbers (KW) PE_{KW} als ein „nach oben anpassbares Pauschalangebot“ bzw. Mindesterlös (Bonus-Regelung), entspricht dem eigentlichen Ziel (Angebot des Konzessionsbewerbers)

Für den Differenzbereich zwischen der Pauschalpreiserwartung PE_{KW} des Konzessionsbewerbers und der Grenz-Bonität des Angebots GBA des Konzessionsgebers wird von den Konzessionsbewerbern ein Vergütungsprozentsatz und mit dem Verlauf des Vergütungsprozentsatzes zwischen den beiden Grössen, entsprechend der unternehmerischer Risikoentscheidung angeboten. Diese Entscheidung ist auf der eigenen Risikoanalyse des Unternehmers aufgebaut und muss die Wettbewerbsbedingungen beachten. Der Aufteilungsschlüssel für eventuelle Mehrkosten über dem Pauschalpreis bzw. Minderkosten gegenüber der Grenz-Bonität des Angebots ist nicht fix wie bei einem GMP-Vertrag, sondern unterliegt dem Wettbewerb der Bieter. Wenn die Ist-Kosten im Differenzbereich (Abb. 7.8) zu liegen kommen, hat der Konzessionsnehmer einen Erlösfehlbetrag entsprechend seinem angebotenen Verlauf des Vergütungsprozentsatzes zu verbuchen (Malus-Regelung).

Liegt der Abrechnungsbetrag (Abb. 7.8) oberhalb des GBA, werden wegen der damit eingetreten extremen Risiken wieder ab dieser Grenze die vollen Kosten nach den vereinbarten Pauschalen abgerechnet. Je nach Angebotskonzept kann sich jedoch für den Unternehmer ein Fehlbetrag einstellen.

Augenmerk liegt dabei vor allem auf der Fortschreibbarkeit des Vertrags und seiner Preiskomponenten, d.h. die Aufteilung in Einzelkosten und Gemeinkosten, besonders zeitabhängige Gemeinkosten, ist unabdingbar.

Diese zeitabhängigen Gemeinkosten müssen mit garantierten Leistungen verknüpft sein [191]. Darüber hinaus sind Vorschläge zur Ausführungsüberwachung, Disputregelung und Gestaltung der Preiskomponentenmatrix Bestandteil des alternativen Modellkonzepts „K E F I R“.

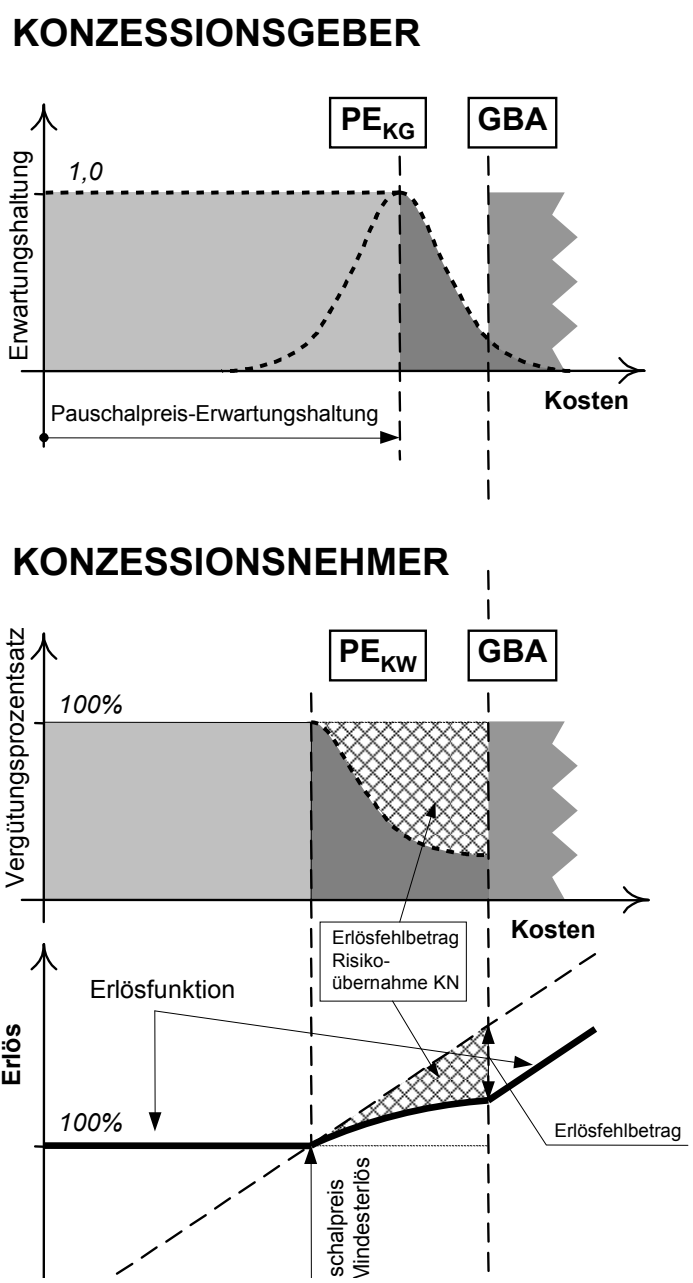


Abb. 7.8: Grafische Darstellung der Vergütung und Risikoverteilung nach dem Modellkonzept „K E F I R“

8 Zusammenfassung

Neben Gestaltung und Funktionalität sind Wirtschaftlichkeit, Werterhaltung und Zeit bei der Realisierung von Bauprojekten für Bauherren, Planer und Bauausführende von zentraler Bedeutung, aber nicht die einzig entscheidenden Kriterien. Das Risikoportfolio eines Projekts (Abb. 8.1) hat entscheidenden Einfluss auf die Wahl der Projektabwicklungsform und die Vertragsgestaltung.

Bauherren einerseits und Planer und Unternehmer andererseits können sich nachhaltige Vorteile verschaffen durch die Wahl der projektspezifisch effizientesten Projektabwicklungs- und Vertragsform sowie professionelles Projektmanagement und Informationslogistik zur Steuerung der Prozesse, um die Koordination mit den Projektbeteiligten zu optimieren.

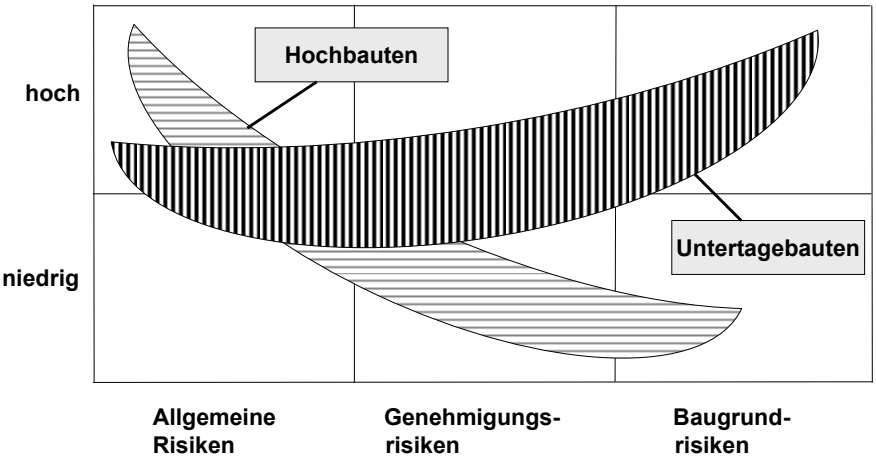


Abb. 8.1: Risikoportfolio

Im Folgenden sind nochmals einige Stichworte zur Erreichung der Ziele zusammengefasst, damit es zu einer Win-Win-Situation zwischen den Projektbeteiligten kommt:

G. Girmscheid, *Projektabwicklung in der Bauwirtschaft,* DOI 10.1007/978-3-642-14385-4_8,
© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2010

Bauherr:

- Der Bauherr muss eine klare Vorstellung von seinen Projektzielen haben und diese möglichst unmissverständlich formulieren.
- Der Bauherr muss alle Genehmigungsabklärungen definitiv erledigt haben.

Bauherr, Planer und Unternehmer

- sind mit den Werkzeugen des Projektmanagements ausführlich vertraut und wählen projektspezifisch die erforderlichen Entscheidungs- und Steuerelemente gezielt aus,
- strukturieren ihre Projekte sorgfältig nach Ablauf und Aufbau,
- dokumentieren die „Spielregeln" ihres Projekts verbindlich für alle Beteiligten in einem Projektmanagementhandbuch,
- nutzen die Möglichkeiten der EDV für das Projektmanagement, sind sich aber auch deren Grenzen bewusst,
- implementieren die erforderlichen Projektmanagementstrukturen in ihrem Projekt rechtzeitig und
- legen besonderen Wert auf ein straffes Entscheidungsmanagement.

Bauherren sollten bei der Auswahl der Unternehmer u.a. auf folgende Punkte achten:

- Der Unternehmer hat eine klare Unternehmensstrategie formuliert, und das Projekt liegt in seinem Marktsegment.
- Erfolgreiche Bauunternehmen haben ein effizientes Angebots- und Ausführungsprojektmanagement zur raschen und zielorientierten Abwicklung von Bauprojekten installiert.
- Auch kleine oder mittelgrosse Bauunternehmen sollten Projektcontrolling zur Erreichung der Projektziele betreiben.

Die strategische Entscheidung des Bauherrn hinsichtlich der Organisationsform eines Projekts hat den grössten Einfluss auf dessen Effizienz und die rasche Abwicklung.

In Zukunft werden neben der traditionellen Einzelleistungsträgerprojektabwicklungsform vermehrt andere Zusammenarbeitsformen gewählt werden, um bei komplexen Grossprojekten eine Integration zwischen Pla-

nung, Ausführung und Nutzung zu erreichen. Dadurch wird man den bei weitem unterschätzten Informationsverlust zwischen Planenden und Ausführenden beseitigen, Synergien zwischen Planung, Ausführung und Nutzung zur Optimierung des Projekts erreichen und die Kompetenzen vernetzen. Heute gibt es verständliche Widerstände bei Bauherren, Planern und teilweise Unternehmern. Alle Beteiligten stehen nun der Herausforderung gegenüber, sich von bekannten Projektabwicklungsformen, Rollenverteilungen und Zuständigkeiten mit all ihren Vor- und Nachteilen zu lösen und neue, teilweise unbekannte Wege zu gehen. Nicht alle Projekte werden auf diesem Weg zur Effizienzsteigerung auf Anhieb erfolgreich sein, doch sollten die Erfolgspotenziale im Rahmen neuer Zusammenarbeitsformen mit einer fairen Risikoverteilung genutzt werden. Es ist erforderlich, dass Forschung und Praxis zusammenarbeiten, um optimale Randbedingungen und Prozessabläufe zu entwickeln und zu erproben.

Literaturverzeichnis

[1] Construction Industry Institute (CII): „A Model for Partnering Excellence“. The University of Texas at Austin, Research Summary 102-1, 1996.

[2] Prahalad, C.K.; Hamel, G.: „The Core Competence of the Corporation“. In: Havard Business Review 63 (1990), May–June 1990, S. 79–91.

[3] Girmscheid, G.; Schulte, M.: „Outsourcing als Bestandteil der strategischen Unternehmensplanung von Bauunternehmen“. In: Bauingenieur 75 (2000), H. 12/2000, S. 755–760.

[4] Girmscheid, G.: „Fast Track Projects – Anforderungen an das moderne Projektmanagement“. In: Bautechnik 73 (1996), H. 8/1996, S. 471–484.

[5] Girmscheid, G.; Hartmann, A.: „Fast Track Projects im Brückenbau – Anwendung und Bauprozesse der Segmentbauweise mit externer Vorspannung“. In: Bauingenieur 74 (1999), H. 7/8, S. 332–344.

[6] Girmscheid, G.: „Projektmanagement und Logistik als Schlüssel zur raschen Realisierung von Bauprojekten“. UBS Outlook Workshop „Bauwirtschaft”. Zürich, 1998.

[7] Girmscheid, G.: „Kostenkalkulation und Preisbildung in Bauunternehmen“. h.e.p. Verlag AG, Bern, 2004.

[8] Girmscheid, G.: Angebots- und Ausführungsmanagement – Leitfaden für Bauunternehmen. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2005.

[9] Schulte, M.: „Ein Beitrag zum Business-to-Business-Marketing für lifecycle-orientierte SysBau-Leistungen im Schweizer Hochbau“. Zürich: Diss. (ETH Zürich), 2002.

[10] Porter, M.: Wettbewerbsvorteile. Campus Verlag, Frankfurt, 2000.

[11] Girmscheid, G.: „Wettbewerbsvorteile nutzen – Konzepte für Bauunternehmen“. h.e.p. Bauverlag, Bern 2003.

[12] Brandenberger, J.; Ruosch, E.: „Projektmanagement im Bauwesen“. Dietikon: Baufachverlag, 1996.

[13] Held, H. et al.: „Handbuch für Bauherrenberatung“. Zürich: KUB – Kammer unabhängiger Bauherrenberater, 2002 .

[14] Saaty, R.W.: The Analytic hierarchy process : theoretical developments and some applications / guest editors R.W.Saaty and L.G.Vargas I Pergamon Press, 1987

[15] IEEE 830 (1998) IEEE Recommended Practice for Software Requirements Specifications (IEEE Std 830-1998), New York, IEEE Standards Board.

[16] Atkinson, R.: Project Management: Cost, Time and Quality, Two Best Guesses and a Phenomenon, It’s Time to Accept Other Success Criteria, International Journal of Project Management, 1999

G. Girmscheid, *Projektabwicklung in der Bauwirtschaft,* DOI 10.1007/978-3-642-14385-4,

© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2010

[17] Chan, A.P.C and Chan, A.P.L.: Key Performance Indicators for Measuring Construction Success, Benchmarking: An International Journal Vol.11 No.2, 2004
[18] Freeman, M. and Beale, P.: Measuring Project Success, Project Management Journal 23 (1), 1992
[19] Shenhar, A.J., Levy, O., Dvir, D.: Mapping the dimensions of project success, Project Management Journal 8 (2), 1997
[20] Kaplan, R., Norton D.P.: The balanced scorecard. Translating strategy into action, Boston, Harvard Business School Press, 1996
[21] Girmscheid, G.: Strategisches Bauunternehmensmanagement. Springer Verlag, Berlin, 2006.
[22] Parmenter, D.: Key performance indicators developing, implementing, and using winning KPIs, Wiley, Chichester, 2007.
[23] DIN 18205: „Bedarfsplanung im Bauwesen“. Beuth Verlag, Berlin, 1996.
[24] Taylor, B. W.; Moore L. J.: „R&D Project Planning with Q-GERT Network Modelling and Simulation“. In: Management Science, Vol.26, No.1, 1980, S. 44-59.
[25] Albano, L. D.: „An Axiomatic Approach to Performance-Based Design. Ph.D.-Thesis“, MIT Cambridge, MA, USA, 1992.
[26] Melvin, J. W.; Suh, N.P.: „Simulation in the Axiomatic Design Framework“. In: CIRP Annals, Vol.51, No.1, 2002.
[27] O’Brian J. J.; Plotnick F.L.: „CPM in Construction Management“. McGraw-Hill, New York, 1999.
[28] Neumann, K.: „Stochastic Project Networks“. Springer, Berlin, Heidelberg, New York, 1990.
[29] Moore, L. J.; Clayton E. R.: „GERT Modelling and Simulation: Fundamentals and Applications“. Krieger Publishing, Melbourne FL USA, 1976.
[30] Guba, E.G.; Lincoln, Y.S.: „Competing paradigms in qualitative research“. Chapter 6 (p. 105-118) in Denzin, N.K. & Lincoln, Y.S. (Eds.) Handbook of Qualitative Research. Thousand Oaks, Ca.: Sage, 1994.
[31] Girmscheid, G.: „Forschungsmethodik in den Baubetriebswissenschaften“, Eigenverlag des IBB, ETH Zürich, Zürich, 2004.
[32] Yin, R.K.: „Case Study Research: Design and Methods“. 3rd ed., Thousand Oaks, CA: Sage Publications, 2002.
[33] Girmscheid, G.; Busch, T.: „Ganzheitliches Risikomanagement in Generalunternehmungen. Institut für Bauplanung und Baubetrieb“, ETH Zürich, 2003.
[34] Massachusetts Turnpike Authority, <http://www.masspike.com/bigdig/index.html>, [Stand 20.06.2007]
[35] Michael Powell, “Boston's Big Dig Awash in Troubles-Leaks - Cost Overruns Plague Project” Washington Post 19 November 2004. <http://www.washingtonpost.com/wp-dyn/articles/A61112-2004Nov18.html>, [Stand 20.06.2007]
[36] WIKIPEDIA – The Free Encyclopedia, <http://en.wikipedia.org/wiki/Big_Dig_%28Boston%2C_Massachusetts%29>, [Stand 23.05.2007]

[37] DB Konzern, Das Unternehmen DB, „Die Neubaustrecke Köln – Rhein/Main“, Letzte Aktualisierung: 02.05.2007, <http://www.db.de/site/bahn/de/unternehmen/bahnwelt/ bauprojekte/abgeschlossen/koeln__rhein__main.html >, [Stand 20.06.2007]
[38] WDR.de – Verkehr „Premiere für eine Paradestrecke - Die ICE-Trasse von Köln nach Frankfurt wird feierlich eröffnet“, 24.07.2002 < http://www.wdr.de/themen/verschiene /ice/vor_eroeffnung.jhtml>, [Stand 20.06.2007]
[39] Bauingenieur24.de „Premiere für die Paradestrecke - ICE auf neuer Trasse Frankfurt-Köln“, 23.07.2002, <http://www.bauingenieur24.de/article_show.htm?id_article=919>, [Stand 20.06.2007]
[40] WIKIPEDIA – The Free Encyclopedia, <http://de.wikipedia.org/wiki/ Schnellfahrstrecke_K%C3%B6ln%E2%80%93Rhein/Main#_ref-6>, [Stand 20.06.2007]
[41] DIN 277-1, „Grundflächen und Rauminhalte von Bauwerken im Hochbau - Teil 1: Begriffe, Ermittlungsgrundlagen“, Beuth Verlag, Berlin, 2005.
[42] DIN 277-2, „Grundflächen und Rauminhalte von Bauwerken im Hochbau - Teil 2: Gliederung der Netto-Grundfläche (Nutzflächen, Technische Funktionsflächen und Verkehrsflächen)“, Beuth Verlag, Berlin, 2005.
[43] SIA 416 „Flächen und Volumen von Gebäuden“, Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-verein, Zürich, 2003.
[44] DIN 276 „Kosten im Hochbau“, Beuth Verlag, Berlin, 1993.
[45] SN 506 500 „Baukostenplan BKP 2001“, CRB Schweizerische Zentralstelle für Baurationalisierung, Zürich, 2001.
[46] SN 506 502 „EKG Elementkostengliederung 1995“, CRB Schweizerische Zentralstelle für Baurationalisierung, Zürich, 1995.
[47] DIN 18960 „Nutzungskosten im Hochbau“, Beuth Verlag, Berlin, 1999.
[48] DIN 32736 „Gebäudemanagement“ Begriffe und Leistungen, Beuth Verlag, Berlin, 2000.
[49] GEFMA 200 „Kosten im Facility Management“, Kostengliederungsstruktur zur GEFMA 100, Deutscher Verband für Facility Manangement, Bonn, 2004.
[50] SIA Dokumentation d 0165 „Kennzahlen im Immobilienmanagement“, Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Zürich, 2000.
[51] Baukostenkennwerte-Katalog BKK, CRB Schweizerische Zentralstelle für Baurationalisierung, Zürich, 2007.
[52] Standard-Analysen SBV – Hochbau / Tiefbau, Schweizerischer Baumeisterverband, Zürich, 2006.
[53] Meyer-Meierling, P.: BKKS 2.0 Baukosten-Kennzahlensystem – Budgetplanung für Neubauten und Erneuerungen, Benutzerhandbuch, Professur für Architektur und Baurealisation ETH Zürich und VZ VermögensZentrum, Zürich, 2002.
[54] Drees, G., Paul W.: Hochbau, Tiefbau, Schlüsselfertiges Bauen. Mit kompletten Berechnungsbeispielen, 9. Auflage, Bauwerk Verlag, Berlin, 2006.

[55] Girmscheid, G., Motzko, Ch.: Kalkulation und Preisbildung in Bauunternehmen - Grundlagen, Methodik und Organisation, Springer Verlag, Berlin/Heidelberg, 2007.
[56] Wittmann, W., Kern, W., Köhler, R., Küpper, H.-U., Wysocki, K.: Handwörterbuch der Betriebswirtschaft (Gesamtwerk), 5. Auflage, Schäffer-Poeschel Verlag, Stuttgart, 1993.
[57] Wöhe, G.: Einführung in die allgemeine Betriebswirtschaftslehre, 16. Auflage, Franz Vahlen Verlag, München, 1986.
[58] Koll, D: Design to Cost – Kostenmanagement von architektonisch anspruchsvollen Grossprojekten am Beispiel der Messe Graz Neu, In: netzwerk bau – Fachzeitschrift für Baumanagement und Bauwirtschaft, Nr. 06-006, S. 50-62, 2006.
[59] Gressler, F.: Reduzierung des Kostenrisikos bei komplexen Bauvorhaben, In: Wissenschaftliche Zeitschrift der Technischen Universität Dresden, Jg. 55 (2006), Heft 3-4, S. 70-77, 2006.
[60] Boenert, L., Schriek, Th., Blecken, U.: Zielkostenplanung und DIN 276, In: Bautechnik, Heft 10/2000, S. 755-762, 2000.
[61] Siemon, K. D.: Baukosten bei Neu- und Umbauten – Planung und Steuerung, Vieweg & Sohn, Wiesbaden, 2006.
[62] Seifert, W., Preussner, M.: Praxis des Baukostenmanagements, Werner Verlag, 2003.
[63] Diederichs, C.: Kostensicherheit im Hochbau, DVP-Schriftenreihe, DVP-Verlag, Wuppertal, 1984.
[64] Weeber, H., Bosch, S.: Bauqualität, Fraunhofer IRB Verlag, Band 60, 2003
[65] Weeber, H., Bosch, S.: Vergabeverfahren und Baukosten, Fraunhofer IRB Verlag, Band 56, 2001.
[66] Keller, S.: Baukostenplanung für Architekten : Norm- und praxisgerechte Kostenermittlung nach DIN 276 : Kalkulation und Finanzierung, Bauverlag, Wiesbaden, 1995.
[67] BKI Baukosteninformationszentrum: BKI Baukosten 2006 – Teil 1: Statistische Kostenkennwerte für Gebäude, Baukosteninformationszentrum Deutscher Architektenkammern GmbH, Stuttgart, 2006.
[68] BKI Baukosteninformationszentrum: BKI Baukosten 2006 – Teil 2: Statistische Kostenkennwerte für Bauelemente, Baukosteninformationszentrum Deutscher Architektenkammern GmbH, Stuttgart, 2006.
[69] Schach, R.: Baukosten – Kostensteuerung in Planung und Ausführung, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 2001.
[70] Drees, G., Paul, W.: Kalkulation von Baupreisen, Bauwerk Verlag, Berlin, 2006.
[71] Girmscheid, G., Busch, Th.: Risikomanagement in der Bauwirtschaft – Projektrisikomanagement, Bauwerk Verlag, Berlin, 2007.
[72] Blödorn: Kostenkontrolle im Ingenieurbüro – Einsatz von AVA- und Kostenkontrollsoftware, In: TAB – Technik am Bau, 37. Jg. 2006, Nr. 6, S. 66-67, 2006.

[73] Girmscheid, G.: Fast Track Projects - Generisches, axiomatisches Anforderungsmanagement, In: Bauingenieur, Band 82, H. 05/2007, S.224-230, 2007.
[74] Girmscheid, G.: Risikobasiertes probabilistisches LC-NPV-Modell - Bewertung alter-nativer baulicher Lösungen, In: Bauingenieur, Band 81, H. 09/2006, S. 394-405, 2006.
[75] Girmscheid, G.: Faires Nachtragsmanagement - Leitfaden für Bauunternehmen und Bauherren, h.e.p. Verlag AG, Bern, 2003.
[76] Girmscheid, G.: „Restrukturierung von Bauunternehmen – Chance für die Zukunft?“. Einführungsvorlesung. Zürich: Institut für Bauplanung und Baubetrieb, ETH Zürich (Hrsg.), 1997.
[77] Girmscheid, G.: „Bauhof- und Bauinventarmanagement als Schlüssel zur Ergebnis- und Liquiditätssteigerung“. Zürich: Institut für Bauplanung und Baubetrieb, ETH Zürich (Hrsg.), 1998.
[78] Schulte, M.: „KICK-Forschungsprojekt – Eine empirische Untersuchung der Kundenbewertungsaspekte von Gesamtleistungsangeboten unter Beachtung von Life-Cycle-Aspekten“. Zürich: Unveröffentlichter Forschungsbericht am Institut für Bauplanung und Baubetrieb, ETH Zürich, 1999.
[79] Girmscheid, G.: „Unternehmerische Restrukturierungsstrategien“. In: Tagungsband „Bauindustrie im Umbruch – Wie weiter?“, Gruppe der Schweizerischen Bauindustrie und Institut für Bauplanung und Baubetrieb, ETH Zürich (Hrsg.), S. 16–31, Zürich 1998.
[80] Kelly, J.; Male, S.; Drummond, G.: „Value Management of Construction Projects“. Blackwell Publishing, 2002.
[81] Girmscheid, G.; Busch, T.: „Risikomanagement in Bauunternehmen – Projektrisikomanagement in der Angebotsphase“. In: Bauingenieur 78 (2003), H. 12/2003, S. 562–570.
[82] Cadez, I.: „Risikowertanalyse als Entscheidungshilfe zur Wahl des optimalen Bauvertrags“. In: Fortschritt-Berichte VDI, Reihe 4, Bauingenieurwesen, Nr. 149. Düsseldorf: VDI Verlag, 1998.
[83] Girmscheid, G.: „Ganzheitliches Risikomanagement in Bauunternehmen“. In: Bauingenieur 76 (2001), H. 6/2001, S. 287–293.
[84] Girmscheid, G.: „Wettbewerbsvorteile durch kundenorientierte Lösungen – Das Konzept des Systemanbieters Bau (SysBau)“. In: Bauingenieur 75 (2000), H. 1/2000, S. 1–6.
[85] DIN Deutsches Institut für Normung DIN 276-1: Kosten im Bauwesen - Teil 1: Hochbau. Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin 2008
[86] DIN Deutsches Institut für Normung DIN 18960: Nutzungskosten im Hochbau. Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin 2008
[87] Schweizerische Zentralstelle für Baurationalisierung (Zürich): Baukostenplan BKP. CRB - Schweizerische Zentralstelle für Baurationalisierung, Zürich 2001

[88] Schweizerische Zentralstelle für Baurationalisierung (Zürich): Elementkostengliederung EKG. CRB - Schweizerische Zentralstelle für Baurationalisierung, Zürich 2000
[89] Schweizerische Zentralstelle für Baurationalisierung (Zürich): Liegenschaftenkontenplan LKP. CRB - Schweizerische Zentralstelle für Baurationalisierung, Zürich 1977
[90] CEEC European Committee of Construction Economists: CEEC Code of Measurement for Cost Planning. CEEC European Committee of Construction Economists 2004
[91] Möller D-A: Planungs- und Bauökonomie. R. Oldenbourg Verlag, München, 2001
[92] Goeggel H-P, Schweizerische Zentralstelle für Baurationalisierung (Zürich) Baukostenkennwerte-Katalog BKK. CRB, Zürich, 1995
[93] BKI Baukosteninformationszentrum Stuttgart BKI Baukosten. Baukosteninformationszentrum Deutscher Architektenkammern, Stuttgart, 2009
[94] ETH Zürich, Pom+Consulting AG: FM Monitor 2006 - Der Schweizer Facility Management-Markt im Überblick. ETH Zürich, Zürich, 2006
[95] ETH Zürich, Pom+Consulting AG: FM Monitor 2007 - Der Schweizer Facility Management-Markt im Überblick. ETH Zürich, Zürich, 2007
[96] Jones Long LaSalle OSCAR 2008 - Office Service Charge Analysis Report - Büronebenkostenanalyse. Jones Long LaSalle IP, Inc., Hamburg, 2008
[97] Staudt, E.; Kriegesmann, B.; Thomzik, M.: „Facility Management. Der Kampf um Marktanteile beginnt“. Frankfurt/Main: Frankfurter Allgemeine Zeitung, Verl.-Bereich Buch, 1999
[98] Rotermund U., Zain R.: Nutzungskosten von Gebäuden, Deutscher Fachverlag, Frankfurt, 2003
[99] Braschel R., Hetzer B.: Facility-Management in der Praxis - Effizientes und wirtschaftlicheres Betreiben von Immobilien. Beratende Ingenieure, 25(11), 1995
[100] Herzog K.: Lebenszykluskosten von Baukonstruktionen - Entwicklung eines Modells und einer Softwarekomponente zur ökonomischen Analyse und Nachhaltigkeitsbeurteilung von Gebäuden. Eigenverlag TU Darmstadt, Darmstadt, 2005
[101] Bahr C., Lennerts K.: Maintenance - LCC Analysis Based on Real Data. In: Life-Cycle Civil Engineering, London 2008
[102] Bahr C.: Realdatenanalyse zum Instandhaltungsaufwand öffentlicher Hochbauten : ein Beitrag zur Budgetierung. Universitätsverlag Karlsruhe, Karlsruhe 2008
[103] Pelzeter A.: Lebenszykluskosten von Immobilien - Einfluss von Lage, Gestaltung und Umwelt. Immobilien Informationsverlag Rudolf Müller, Köln 2006
[104] Preisig H. R., Kasser U.: Lebenszykluskosten - Nutzen oft teurer als Bauen In: Gruppe der Schweizerischen Bauindustrie (SBI) (Hrsg.) Jahresbericht 2005

[105] SIA Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein, Erhaltung von Bauwerken. SIA Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein, Zürich 1997
[106] Girmscheid G., Lunze D.: Paradigmawechsel in der Bauwirtschaft - Lebenszyklusleistungen. Bauingenieur, 82(2): S. 87-97, 2008
[107] Naumann M., Manginas N., Zaborowski C.: Schweizer Immobilien Index - Ergebnisse für das Jahr 2007. London 2008
[108] Girmscheid G.: NPV-Wirtschaftlichkeitsanalysemodell - Lebenszyklusbetrachtung von kommunalen Strassenunterhalts-PPPs. Bauingenieur, 81(10): S. 455-463, 2006
[109] Kirchner A., Hofer P., Kemmler A., et al.: Analyse des schweizerischen Energieverbrauchs 2000 - 2006 nach Verwendungszwecken. Bundesamt für Energie BFE, Bern 2008
[110] Knüsel, P.: Bauen für die 2000-Watt-Gesellschaft, in „Bauen für die 2000-Watt-Gesellschaft – Der Stand der Dinge“, K. Martelli, S. 9-15, Stadt Zürich Hochbaudepartment, Zürich 2009
[111] Girmscheid, G.: Projektabwicklung in der Bauwirtschaft, Wege zur Win-Win-Situation für Auftraggeber und Auftragnehmer., 1. Auflage, Springer Verlag, Berlin 2004
[112] Girmscheid, G.; Borner: „Wissensmanagement in Unternehmen der Bauwirtschaft – Zweck, Nutzen und Umsetzungsmöglichkeiten“. In: Industrielles Bauen (Organ der Allianz der Bauindustrie-Organisation), Heft 3/2004, 2004.
[113] Girmscheid, G.; Schmidle, Ch.: „Prozessmodell für ereignisorientiertes Wissensmanagement in Bauunternehmungen“. In: Bauingenieur, Band 78, H. 6, S. 284-291, 2003.
[114] Girmscheid, G.; Busch, Th.: „Risikomanagement in Bauunternehmen Projektrisikomanagement in der Angebotsphase“. In: Bauingenieur, Band 78, H. 12, S. 571-580, 2003.
[115] SIA: Schweizer Norm 506 480 „Wirtschaftlichkeitsrechnung für Investitionen im Hochbau“, Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Zürich, 2004.
[116] Rahmen, S.; Vanier, D.J.: „Life cycle cost analysis as a decision support tool for managing municipal infrastructure“. In: Proceedings of CIB 2004 Triennial Congress, Toronto, Ontario, May 2-9, S. 1-12, 2004.
[117] Fuller, S. K.; Petersen, S. R.: „Life-Cycle Costing Manual for the Federal Energy Management Program“. NIST Handbook 135, 1995 Edition, Gaithersburg, 1996.
[118] Hawk H.: „Bridge Life-Cycle Cost Analysis“. NCHRP Report 483, Washington, 2003.
[119] Dell'Isola, A.J.; Kirk, S.J.: „Life cycle costing for design professionals. McGraw-Hill“, New York et al., 1981.
[120] Mearig, T; Coffee, N.; Morgan, M.: Life cycle cost analysis handbook. State of Alaska – Department of Education & Early Development, Juneau, Alaska, 1999.

[121] ISO (2000) ISO 15686 Part 1: „Service Life Planning“, International Organisation for Standardisation, Geneva, Switzerland.
[122] Flanagan, R.; Kendell, A.; Norman, G.; Robinson, G.D.: „Life cycle costing and risk management“. In: Construction Management and Economics, May 1987, p. 553-571, 1987.
[123] Pelzeter, A.: „Ursache und Wirkung – Beeinflussung der Lebenszykluskosten eines Gebäudes durch seine Gestaltung“. FACILITY MANAGEMENT, 5, 2005.
[124] Boussabaine, H.; Kirkham, R.: Whole life-cycle costing: risk and risk responses. Blackwell Publishing, Oxford, 2004.
[125] Rotermund, U.; Zain, R.: Nutzungskosten von Gebäuden. Deutscher Fachverlag, Frankfurt a. Main, 2002.
[126] Internetportal der Conject AG, URL < http://www.conject.com >, zuletzt abgerufen am 3.05.2006.
[127] N.N. 2004: Statistisches Jahrbuch der Schweiz 2004. Bundesamt für Statistik, Verlag Neue Zürcher Zeitung, Zürich.
[128] Boulding, K.: „General Systems Theory“. In: General Systems, p. 11-17, 1956.
[129] V. Bertalanffy, L.: General System Theory, New York, 1968.
[130] Ross, Stephen A.; Westerfield Randolph W.; Jaffe, Jeffrey F.: Corporate Finance. Third edition, RICHARD D. IRWIN, Burr Ridge – Illinois, 1993
[131] Girmscheid, G.: „Wirtschaftlichkeitsanalysemodell – Lebenszyklusbetrachtung von kommunalen Strassenunterhalts-PPP's“, Paper, 2006.
[132] Sachs, L.: Angewandte Statistik – Anwendung statistischer Methoden. 11. Auflage, Springer Verlag, Berlin,2004.
[133] Girmscheid, G.; Busch, Th.: Risikomanagement in Generalunternehmungen. Eigenverlag des IBB, ETH Zürich, Zürich, 2005.
[134] Mertens, P.: Simulation. 2. Aufl., Poeschel Verlag, Stuttgart, 1982.
[135] Lücke, W.: „Investitionsrechnung auf der Grundlage von Ausgaben oder Kosten?“ In: ZfhF, 1955, S. 310ff.
[136] Girmscheid, G.: Kommunale Strassennetze in der Schweiz: Formen neuer Public Private Partnership (PPP) – Kooperationen für den Unterhalt, Teil C: Wirtschaftlichkeit. Forschungsbericht, Institut für Bauplanung und Baubetrieb, ETH Zürich, 2006.
[137] Thommen, J. P.: Betriebswirtschaftslehre, Band 2. Verlag Hans Schellenberg, Winterthur, 1996.
[138] Jacob, D.: Erstellung eines Gerüsts für einen Public Sector Comparator bei 4 Pilotprojekten im Schulbereich. Forschungsendbericht, Technische Universität Bergakademie Freiberg, Fakultät für Wirtschaftswissenschaften, Freiberg, 2003
[139] Merna, T.; Owen, G.: Understanding the Private Finance Initiative, The New Dynamics of Project Finance. Asia Law & Practice Publishing Ltd., Hong Kong, 1998.
[140] Curran, M. W.: „Range Estimating – Measuring Uncertainty and Reasoning with Risk“. In: Cost Engineering, Vol. 31, Nr. 3, 1989, S. 18-26.

[141] Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein (SIA); Schweizerischer Baumeisterverband (SBV) (Hrsg.): Bauen nach Smart. Basel: Birkhäuser Verlag, 1998.
[142] Verband Schweizerischer Generalunternehmer (VSGU): Empfehlungen für die Ausschreibung und Durchführung von Gesamtleistungswettbewerben im Bauwesen. Zürich, 1995.
[143] Konchar, M.; Sanvido, V.: Project Delivery Systems: CM at Risk, Design-Build, Design-Bid-Build. CII Source Document. Pennsylvania State University (Hrsg.), University Park, PA, 1998.
[144] Halpin, D.; Woodhead, R.: Construction Management. 2nd Ed., New York: John Wiley & Sons, 1998.
[145] Dorsey, R.: Project Delivery Systems for Building Construction. Washington D.C.: Associated General Contractors of America (Hrsg.), 1997.
[146] Racky, P.: „Construction Management – eine alternative Projektorganisationsform zur zielorientierten Abwicklung komplexer Bauvorhaben". In: Bauingenieur 76 (2001), H.2/2001, S. 79–85.
[147] Wilckens, J.: „BLL Construction Management". In: Construction Project Management, C.J. Diederichs, K. Eschenbruch (Hrsg.). Wuppertal: DVP-Verlag, 2002.
[148] Gralla, M.: Neue Wettbwerbs- und Vergabeformen für die deutsche Bauwirtschaft. Dortmund: Diss. (Universität Dortmund), 1999.
[149] Girmscheid, G.: Neue unternehmerische Strategien in der Bauwirtschaft – Systemanbieterwettbewerb und virtuelle Unternehmen. Zürich: Institut für Bauplanung und Baubetrieb, ETH Zürich (Hrsg.), 1997.
[150] Girmscheid, G.: „Forschung im Bereich Baubetriebswissenschaften und Bauverfahrenstechnik". In: Jahresbericht 1999. Institut für Bauplanung und Baubetrieb, ETH Zürich (Hrsg.), 2000.
[151] Verband für Wärmelieferung e.V. (VfW): „Leitfaden für die Ausschreibung von Energielieferung (Contracting)". Stand 10/2001, Hannover, 2001
[152] Böhm, Ch.: „Von Anfang an …!". In: Facility Management (2002), H. 7, S. 32–34.
[153] Kinnock, N.: „Transport policy needs at the turn of the century". In: European Business Journal, 3/1998, S. 122-129.
[154] Hintze, M.: Betreibermodelle. Verlag der Ferber'schen Buchhandlung, Giessen, 1998.
[155] HM Treasury: Public Private Partnerships: The Governments Approach. Printed in the United Kingdom for The Stationery Office, London, 2000. (http://www.hm-treasury.gov.uk/media/ 1D111/80.pdf, 23.05.2006).
[156] Ministry of Defense (UK): Public Private Partnerships: Changing the way we do business. London, 2000. (http://www.mod.uk/business/ppp/index.htm).
[157] Allen, G.: The Private Finance Initiative (PFI). House of Common Library, London, 2001.
[158] Verband der Europäischen Bauwirtschaft: FIEC Position Paper, 28.07.2004.

(http://www.fiec.org/upload/5/8338764338634059501466443252895247391861932430f3830v1.pdf, 02.06.2005).
[159] Canadian Council for Public Private Partnerships: Definitions. (http://www.pppcouncil.ca/aboutPPP_definition.asp, 01.06.2005).
[160] Osborne, S. P.: Public-Private Partnerships, Theory and practice in international perspective. London, New York: Routlegde 2003.
[161] Savas, E. S.: Privatization and Public-Private Partnerships. New York: Seven Bridges Press LLC 2000.
[162] Roggencamp, S.: Public Private Partnership. Frankfurt am Main: Peter Lang 1999.
[163] Budäus, D; Grüning, G.: „Public Private Partnerships – Konzeption und Probleme eines Instruments zur Verwaltungsreform aus Sicht der Public Choice-Theorie“. In: Budäus, D.; Eichhorn, P.(Hrsg.): Public Private Partnership, Neue Formen der öffentlichen Aufgabenerfüllung. Baden-Baden: Nomos Verlagsgesellschaft 1997.
[164] Bolz, U (Hrsg.): Public Private Partnership. Ein neuer Lösungsansatz auch für die Schweiz Grundlagenstudie. Zürich: Schulthess Verlag 2005.
[165] Sydow, J.: Strategische Netzwerke – Evolution und Organisation. Wiesbaden: Gabler Verlag 1992.
[166] Girmscheid, G.; Benz, P.: Neue Geschäftsfelder für Bauunternehmungen: BOT – Build Operate Transfer. Hrsg.: Institut für Bauplanung und Baubetrieb an der ETH Zürich. Zürich, 1998.
[167] Girmscheid, G.; Behnen, O.: „Betreibermodelle – ein Geschäftsfeld für Systemanbieter. Ein Konzept – ein Ausweg“. In: BW Bauwirtschaft 3/2000, S. 34-38.
[168] Behnen, O.: Betreibermodelle bei Wasserkraftwerken: Chancen für Bauunternehmungen. Hrsg.: Institut für Bauplanung und Baubetrieb an der ETH Zürich. Zürich, 1999.
[169] Behnen, O.: Entwicklung eines Geschäftsmodells für Systemanbieterleistungen von Bauunternehmungen bei internationalen Betreibermodellen am Beispiel von Wasserkraftwerken. Dissertation am Institut für Bauplanung und Baubetrieb der ETH Zürich. Zürich, 2004.
[170] Thaller, N.: „Erfolgsfaktoren für das Projektmanagement von komplexen Infrastrukturprojekten – dargestellt am Beispiel des Standortausbaus von Mobilfunknetzen”. Wien: Diss. (Technische Universität Wien), 2001.
[171] Ahadzi, M.; Bowles, G.: „Public-private partnerships and contract negotiations: an empirical study“. In: Construction Management and Economics, Vol. 22, Number 9, November 2004, S.967-978.
[172] UNIDO (Hrsg.): „BOT-Guidelines for Infrastructure Development through Build-Operate-Transfer (BOT) Projects“. In: General Studies Series, Wien, 1996.
[173] Girmscheid, G.; Benz, P.: Neue Geschäftsfelder für Bauunternehmungen BOT – Build Operate Transfer. Zürich: Institut für Bauplanung und Baubetrieb, ETH Zürich (Hrsg.), 1998.

[174] Behnen, O.; Girmscheid, G.: Chancen der Bauindustrie auf dem internationalen Baumarkt unter besonderer Betrachtung von Konzessionsmodellen. Zürich: Institut für Bauplanung und Baubetrieb, ETH Zürich (Hrsg.), 1998.
[175] Fédération Internationale des Ingénieurs-Conseils (FIDIC) (Hrsg.): Conditions of Contract for EPC/Turnkey Projects. 1st Ed., Lausanne, 1999.
[176] Pietroforte, R.; Miller, J.B.: „Procurement methods for US infrastructure: historical perspectives and recent trends“. In: Building Research & Information (2002), 30(6), S. 425–434.
[177] Blecken, U.; Gralla, M.: „Entwicklungstendenzen in der Organisation des Bauherrn“. In: Bautechnik 75 (1998), H. 7, S. 472–482.
[178] Kleinaltenkamp, M.; Plinke, W. (Hrsg.): Technischer Vertrieb – Grundlagen des Business-to-Business Marketing. Berlin: Springer, 2000.
[179] Eschenburg, K.-D.: „Projektsteuerung bei Vergaben an Generalunternehmer am Beispiel der Neubaustrecke Köln-Rhein/Main“. In: Bauingenieur 73 (1998) H. 7/8, S. 334–341.
[180] Berger, R.: „Risikoverteilung zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer beim Bau der 4. Röhre Elbtunnel“. In: Felsbau 17 (1999), H. 4/1999, S. 207–209.
[181] Kiefer, H. J.: „Anschluss-Stollen Glatt: Erfahrungen mit der funktionellen Ausschreibung aus der Sicht des Auftraggebers“. In: Tagungsband „Städtischer Tunnelbau – Bautechnik und funktionelle Ausschreibung“ (Zürich 1999). Institut für Geotechnik und Institut für Bauplanung und Baubetrieb, ETH Zürich (Hrsg.), S. 143–150.
[182] Henniger, K.: „Anschluss-Stollen Glatt: Erfahrungen mit der funktionellen Ausschreibung und Ausführung als Totalunternehmer“. In: „Tagungsband Städtischer Tunnelbau – Bautechnik und funktionelle Ausschreibung“ (Zürich 1999). Institut für Geotechnik und Institut für Bauplanung und Baubetrieb, ETH Zürich (Hrsg.), S. 151–157.
[183] Märki, A.; Schaad, M.; Moser, R.; Zbinden, P.: „Vertragsplanung AlpTransit Gotthard – Ein Ergebnis von Risikoanalyse und Projektplanung“. In: Felsbau 16 (1998), H. 5/1998, S. 382–390.
[184] Deutscher Ausschuss für unterirdisches Bauen e.V. (DAUB): „Funktionale Leistungsbeschreibung für Verkehrstunnelbauwerke – Möglichkeiten und Grenzen für die Vergabe und Abrechnung“. In: Tunnel 16 (1997), H. 4/1997, S. 62–65.
[185] International Tunneling Association (ITA): „Empfehlungen der International Tunneling Association (ITA) zu vertraglichen Risikoverteilungen“. In: Taschenbuch für den Tunnelbau 1993, Deutsche Gesellschaft für Erd- und Grundbau e.V. (Hrsg.). Essen: Verlag Glückauf GmbH, 1993.
[186] Eschenburg, K.-D.; Heiermann, W.: „Verteilung des Baugrundrisikos bei funktionaler Leistungsbeschreibung“. In: Felsbau 16 (1998), H. 5/1998, S. 368–373.
[187] Purrer, W.: „Ausgewogene Verteilung des Baugrundrisikos im Hohlraumbau – Der österreichische Weg“. In: Felsbau 16 (1998), H. 5/1998, S. 395–399.

[188] Pellar, A.; Watzlaw, W.: „Neues Vertragsmodell für konventionelle Tunnelvortriebe“. In: Felsbau 16 (1998), H. 5/1998, S. 374–381.
[189] Spiegl, M.: „Ein alternatives Konzept für Risikoverteilung und Vergütungsregelung bei der Realisierung von Infrastruktur mittels Public Private Partnership unter International Competitive Bidding“. Innsbruck: Diss. (Leopold-Franzens-Universität), 2000.
[190] Walker, C.; Smith, A.J.: Privatized Infrastructure: The BOT Approach. London: Thomas Telford Publications, 1995.
[191] Schneider, E.; Bartsch, R.H.; Spiegl, M.: „Vertragsgestaltung im Tunnelbau“. In: Felsbau 17 (1999), H. 2/1999, S. 120–125.

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1.1: Auswirkung von Kernkompetenzen für ein Unternehmen 7
Abb. 1.2: Produktlebenszyklus – Time to Market – Auswirkung einer frühen und späten Bau- und Produktionsentscheidung 9
Abb. 1.3: Kostenentwicklung eines Bauprojekts in Abhängigkeit von der Realisierungszeit 11
Abb. 1.4: Baukostenfunktion einschliesslich Finanzierungskosten 12
Abb. 1.5: Wirkung von Beschleunigungs- und Verzögerungsmassnahmen auf die Baukosten, bezogen auf die geplante Basisbauzeit T_0 und Basisbaukosten $K_{Bau,0}$ 13
Abb. 1.6: Wirkung der Beschleunigungs- und Verzögerungsmassnahmen auf die Baukosten bei Variation der Basisbaukosten $K_{Bau,0}$ 16
Abb. 1.7: Wirkung der Beschleunigungs- und Verzögerungsmassnahmen auf die Baukosten bei Variation der Basisbauzeit T_0 16
Abb. 1.8: Zeitabhängige Baugrundstückskosten 17
Abb. 1.9: Baukostenfunktion in Abhängigkeit von Beschleunigungs- und Verzögerungsmasssnahmen 18
Abb. 1.10: Mieteinnahmen durch Baubeschleunigungsmassnahmen 19
Abb. 1.11: Mietausfall durch Bauverzögerung 19
Abb. 1.12: Praktikermethode – Optimierung des Beschleunigungszeitpunkts zur Minimierung der Baukosten 21
Abb. 2.1: Das Bauwerk als System – Aufgaben und Prozessphasen 23
Abb. 2.2: Lebenszyklusprozess eines Bauwerks mit Phasen und Hauptaufgaben 24
Abb. 2.3: Projektphasen, Meilensteine und interagierende Aufgaben 25

G. Girmscheid, *Projektabwicklung in der Bauwirtschaft,* DOI 10.1007/978-3-642-14385-4,
© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2010

Abb. 2.4: Charakterisierung der prozessorientierten Bauleistung aus Transaktionssicht [11] 28
Abb. 2.5: Positionierungsgesichtspunkte zur Bestimmung des Leistungspotenzials eines GU- / TU-Anbieters, differenziert nach gewerblichen Selbstnutzern und institutionellen Investoren [9] 30
Abb. 2.6: Prozess-Aktivitäts-Matrix (PAM) 30
Abb. 2.7: Projektgliederungs-Detaillierungs-Informationsmatrix (PDI-Matrix) 32
Abb. 2.8: Prozessmodell der Wertschöpfungskette eines Bauunternehmens [11] 33
Abb. 2.9: Prozessphasen und Meilensteine im Leistungserstellungsprozess eines Bauunternehmens [8] 35
Abb. 2.10: Phasen und Meilensteine des Angebotsmanagements [8] 37
Abb. 2.11: Phasen und Meilensteine des Ausführungsmanagements [8] 42
Abb. 2.12: Prozesshierarchie in der Bauproduktion 43
Abb. 3.1: Anforderungs-Engineering im Projektmanagement 46
Abb. 3.2: Projektmanagement als Führungsaufgabe 49
Abb. 3.3: Bauherrenberater in Stabs- bzw. Linienfunktion [13] 50
Abb. 3.4: Anforderungsmanagement – Nutzer- und Systemanforderungen 52
Abb. 3.5: Interaktion von Anforderungs- und Planungsmanagement sowie der Verifikation und Systemvalidierung 53
Abb. 3.6: Ziel- und Projektentwicklungsphase – Holistischer, kybernetischer Anforderungs-Engineering-Prozess – Zielfindungs-, Anforderungsermittlungs- und Entscheidungsprozess 56
Abb. 3.7: Vorplanungs- und Genehmigungsphase – Holistischer, kybernetischer Anforderungs-Engineering-Prozess – Zielfindungs-, Anforderungsermittlungs- und Entscheidungsprozess 57
Abb. 3.8: Ausführungsplanungs- und Ausführungsphase – holistischer, kybernetischer Anforderungs-Engineering-Prozess – Zielfindungs-, Anforderungsermittlungs- und Entscheidungsprozess 58
Abb. 3.9: Matrix $\underline{G}^{rel}$ der relativen Gewichtungsfaktoren aus dem paarweisen Vergleich aller Ziele einer Hierarchiestufe 63
Abb. 3.10: Skala zur Gewichtung der Ziele 63
Abb. 3.11: Anforderungsmanagement – Zielentwicklungsprozess Anforderungsdimension 68

Abb. 3.12: Entwicklungsprozess der Anforderungen 69
Abb. 3.13: Anforderungsentwicklungsprozess: Teil 1 – Anforderungen und Systemintegration 70
Abb. 3.14: Anforderungsentwicklungsprozess: Teil 2 – Kosten, Optimierung und Zielprüfung 71
Abb. 3.15: Kybernetischer Anforderungsentwicklungsprozess 74
Abb. 3.16: Interaktion der Projekt-KPI-Erfolgsindikatoren mit den BSC-Indikatoren der beauftragten Unternehmen 82
Abb. 3.17: Generische Sphären und Interaktionsprozess 84
Abb. 3.18: Kybernetische Informations-Interaktionen zwischen den generischen Sphären 87
Abb. 3.19: Informationsentwicklung und -bedarfsanpassung 88
Abb. 3.20: Zeitliche Abhängigkeiten $B_{n-1,n}$ 89
Abb. 3.21: Vorgänger-Nachfolger-Informationsabhängigkeitsmatrix – Auswirkungen der Informationsentwicklung bei den Vorgängern und des Informationsbedarfs der Nachfolger 90
Abb. 3.22: Fast-Track-Brückenbau – vorgefertigter Überbau 91
Abb. 3.23: Zeitliche Abhängigkeitsbeziehungen der Pfahl- und Pfahlkopfplanungsprozesse von den Prozess- und Entwurfsergebnissen vorheriger Planungsprozesse 92
Abb. 3.24: Inhaltliche Abhängigkeitsbeziehungen zwischen den funktionalen Anforderungen des Brückenbauprojekts und den Entwurfsparametern 93
Abb. 3.25: GERT – Berücksichtigung von Risikoaktivitäten 96
Abb. 3.26: Kybernetischer Kostenstrukturplan 99
Abb. 3.27: Prozessphasen der kybernetischen Kostensteuerung und Auswirkungen auf die Kosteneinhaltung 102
Abb. 3.28: Holistisch kybernetisches Rendite- und Kostensteuerungsprozessmodell 105
Abb. 3.29: LC-NPV-Zahlungsströme 113
Abb. 3.30: Erzielbarer NPV der verschiedenen baulichen Lösungsvarianten 115
Abb. 3.31: Ausgaben der baulichen Varianten im Lebenszyklus, z.B. n = 20 Jahre 115
Abb. 3.32: Probabilistische Bandbreite der Investitionskosten aufgrund der Basissystementscheidung A 117
Abb. 3.33: Probabilistisches Nutzflächen- und Bauvolumenintervall nach Baupreisbewertung 118
Abb. 3.34: Holistisch kybernetisches Rendite- und Kostensteuerungsprozessmodell 120
Abb. 3.35: Kybernetischer Kostenstrukturplan 122

Abb. 3.36: Probabilistisch kumulativ verteiltes Investitionsvolumen und Intervalleinengung nach der Vorplanung 123
Abb. 3.37: Einengung des Investitionsintervalls nach der Ausführungsplanung durch Konkretisierung der Leistung im LV nach Inhalt und Mengen 130
Abb. 3.38: Wirkung der Leistungs- und Kostensteuerung des Unternehmers 137
Abb. 3.39: Bauprozessentwicklung und Projektorganisationsformen 143
Abb. 4.1: Formen der Projektabwicklung 153
Abb. 4.2: Prozess-Wertesystem-Matrix (PWM) – Integrierende Wertesysteme der Leistungsträger im Bauwerkserstellungsprozess [80] 153
Abb. 4.3: Projektabwicklungsformen und Vertragsarten 154
Abb. 4.4: Ablaufschema einer Risiko- und Nutzwertanalyse zur Bestimmung der optimalen Projektabwicklungs- und Wettbewerbsform [81] 157
Abb. 4.5: Mathematisches Vorgehen zur Ermittlung des Nutzwerts 166
Abb. 4.6: Diskrete Verteilung des Zielerreichungsgrads $ZG^{1}_{1,ELT}$ des Unterziels „Planungszeit“ 172
Abb. 4.7: Dichtefunktionen der Nutzwerte der verschiedenen Projektabwicklungsformen..... 173
Abb. 4.8: Kostenstrukturanalyse von Gebäudearten 175
Abb. 4.9: Rechnungswesen-Struktur zur Cashflow- bzw. Kosten-Erlös-Betrachtung..... 176
Abb. 4.10: Begriffe und Struktur von Lebenszykluskosten im Hochbau 180
Abb. 4.11: Prozessausgaben eines Gebäudes..... 181
Abb. 4.12: Annuität – Rückzahlungs- und Zinszahlungsentwicklung 182
Abb. 4.13: Entwicklung der Kapitalkosten 183
Abb. 4.14: Bestimmung der Investitions- und Erneuerungs- / Instandsetzungsannuitäten..... 184
Abb. 4.15: Bestimmung der Betriebs- und Verwaltungsannuitäten..... 185
Abb. 4.16: Jährliche Gesamtannuitätskosten 185
Abb. 4.17: Gebäudelebenszykluskosten [97] 190
Abb. 4.18: Cash-out-Betrachtung: Die Lebenszykluskosten eines normalen Bürogebäudes in Zürich als Summe der Baukosten und der kumulierten Nutzungskosten (ohne Zinsen) [104]. 192
Abb. 4.19: Qualitativer Verlauf der Lebenszykluskosten für Büro- und Verwaltungsgebäude im Vergleich der angegebenen Quellen. 192

Abb. 4.20: Annuitätenmodell 1 – konstante Annuitäten 195
Abb. 4.21: Annuitätenmodell 2 – veränderliche Annuitäten bei konstanter Tilgung..... 196
Abb. 4.22: Konstante Tilgung der Investition 197
Abb. 4.23: Annuitäten – Zinsverlauf bei konstanter Tilgung..... 197
Abb. 4.24: LC-Cash-out – Bürogebäude Zürich [104] 199
Abb. 4.25: Variante 1a – Gebäude wird nach 50 Jahren abgerissen, mit Teilsystemabgrenzung 202
Abb. 4.26: Variante 1a – Zusammensetzung der Gesamtannuitäten nach Kostengruppen (KG) 206
Abb. 4.27: Variante 1b – Gebäude wird nach 50 Jahren abgerissen, mit Initialsystemabschreibung..... 207
Abb. 4.28: Variante 1b – Zusammensetzung der Gesamtannuitäten nach Kostengruppen 210
Abb. 4.29: Restwertbestimmung mit progressiver Abschreibung und konstanten Annuitäten..... 212
Abb. 4.30: Variante 2a – Gebäude wird „unbegrenzt“ genutzt, d. h. regelmässig erneuert..... 215
Abb. 4.31: Variante 2a – Zusammensetzung der Gesamtannuitäten nach Kostengruppen (KG) 219
Abb. 4.32: Variante 2b – Gebäude wird erneuert und weiter genutzt, mit Initialsystemabschreibung..... 221
Abb. 4.33: Variante 2b Initialsystemabschreibung – Vergleich des wertverzehrorientierten und des periodenverschmierten Annuitätenverlaufs 228
Abb. 4.34: LC-Cash-out – Bürogebäudeportfolio OSCAR 2008 (in Anlehnung an [96]) 229
Abb. 4.35: Gesamtannuitätskosten (Vollkosten) – Bürogebäudeportfolio OSCAR 2008 (in Anlehnung an [96])..... 230
Abb. 4.36: Anteile der Betriebskostenarten NKG 310 bis NKG 370 der DIN 18960 an den Betriebskosten von Büroimmobilien in der Schweiz (in Anlehnung an [94])..... 235
Abb. 4.37: Identifikation der potentiellen Kostentreiber im Lebenszyklus eines Gebäudes..... 236
Abb. 4.38: Prozentualer Anteil der Verwendungszwecke von Treib- und Brennstoffen 2006 (in Anlehnung an [109]) 237
Abb. 4.39: Prozentualer Anteil verschiedener Energieträger am Gesamtenergieverbrauch in der Schweiz bis 2008 [109]..... 238
Abb. 4.40: Entwicklungsleitparameter - Erdölförderung und -entdeckung sowie Konsumsteigerung durch Erdbevölkerungswachstum (in Anlehnung an [109])..... 239

Abb. 4.41: Nachhaltigkeit – Politischer Absenkpfad der 2000-Watt-Gesellschaft [110] 240
Abb. 4.42: Lebenszykluskosten eines Gebäudes [97] 245
Abb. 4.43: LCC-Analyse in verschiedenen Projektphasen und ihr Genauigkeitsgrad 247
Abb. 4.44: LC-NPV-Modell für die Beurteilung alternativer baulicher Lösungen 248
Abb. 4.45: LC-NPV-Zahlungsströme 259
Abb. 4.46: Kosten- und Geldwertentwicklungsszenarien 260
Abb. 4.47: Realzinssatz 262
Abb. 4.48: Lohnindex – Prognose der Lohnentwicklung 262
Abb. 4.49: Materialindex – Prognose für Baumaterial, TGA-Materialien und Geräte und Energie 262
Abb. 4.50: Baupreisindex – Rohbau, Ausbau und TGA 263
Abb. 4.51: Potenzielle Dichte- und Verteilungsfunktion für den Zahlungsstrom $C_{\chi,0}$ mit Ausgaben und Einnahmen 270
Abb. 4.52: Dichtefunktion der Ausgaben $A^{i}_{\chi,0}$ 270
Abb. 4.53: Dichte-, Verteilungs- und Umkehrfunktion für Einflussgrössen (Ausgaben / Einnahmen / Teuerung / Diskontierung) 275
Abb. 4.54: Dichte- und Verteilungsfunktion des NPV_{χ} der baulichen Lösung χ 278
Abb. 4.55: NPV-Wahrscheinlichkeitskurve der baulichen Lösung χ 278
Abb. 4.56: NPV-Dichte-, Verteilungs- und Wahrscheinlichkeitsfunktion für zwei alternative bauliche Lösungen 280
Abb. 4.57: Ebenen der Wirtschaftlichkeitsvergleichsmethoden 283
Abb. 4.58: NPV-Systemvarianten für das NPV-Wirtschaftlichkeitsvergleichsmodell auf der Ebene des Geldvermögens (cashflow-orientiert) 285
Abb. 4.59: Beispiel für die zeitliche Verteilung der Ausgaben, Einnahmen und Einzelausgaben 288
Abb. 4.60: PSC-Ausgabenstruktur mit Basisausgabenansätzen für den PSC-Net-Present-Value gemäss NPV-Systemvariante B2 (Abb. 4.58) 289
Abb. 4.61: PPP-Ausgabenstruktur in der 1. und 2.-m. PPP-Langzeitphase für den PPP-Net-Present-Value gemäss NPV-Systemvariante B (Abb. 4.58) 292
Abb. 4.62: Dichte-, Verteilungs- und Umkehrfunktion einer BetaPERT-Verteilung 297

Abb. 4.63: Ergebnis einer probabilistischen Berechnung der NPV-Differenz 300
Abb. 5.1: Hochbau – Projektphasen der Einzelleistungsträgerprojektabwicklungsform 303
Abb. 5.2: Einzelleistungsträger – Prozess-Aktivitäts-Matrix 304
Abb. 5.3: Einzelleistungsträgerabwicklung – Interaktionen der Leistungsanbieterprozesse mit den Bauwerkserstellungsprozessen 305
Abb. 5.4: Bauen nach Smart (Quelle: SBV / SIA) 308
Abb. 5.5: Hochbau – Projektphasen der Generalunternehmerprojektabwicklungsform 312
Abb. 5.6: Vertragsformen bei Generalunternehmer- und Generalübernehmerprojektabwicklungsformen 313
Abb. 5.7: Generalleistungsträger – Prozess-Aktivitäts-Matrix 316
Abb. 5.8: Gesamtleistungsträgerabwicklung – Interaktion der Leistungsanbieterprozesse mit den Bauwerkserstellungsprozessen 317
Abb. 5.9: Hochbau – Projektphasen der Totalunternehmerprojektabwicklungsform 320
Abb. 5.10: Totalleistungsträger – Prozess-Aktivitäts-Matrix 321
Abb. 5.11: Ablaufschema eines zweistufigen Totalunternehmerwettbewerbs I (in Anlehnung an [12]) 326
Abb. 5.12: Totalleistungsträgerabwicklung – Interaktion der Leistungsanbieterprozesse mit den Bauerstellungsprozessen 327
Abb. 6.1: Traditionelle Bauprozesse und deren suboptimale Wirkung 329
Abb. 6.2: Gründe für neue Projektabwicklungs- und Wettbewerbsformen 331
Abb. 6.3: Neue Projektabwicklungsformen mit innovativen Gesamt- und Systemleistungskonzepten 331
Abb. 6.4: Aufgabenprofil – Construction Management mit Ingenieurvertrag 333
Abb. 6.5: Projektorganisation (interorganisationell) in der Ausführungsplanungs- und Ausführungsphase – Construction Management mit Ingenieurvertrag [146] 334
Abb. 6.6: Aufgabenprofil – Construction Management mit Bauvertrag 335
Abb. 6.7: Projektorganisation (interorganisationell) in der Bauphase – Construction Management mit Bauvertrag [146] 336

Abb. 6.8: Vergleich der Projektabwicklungsformen GU und CM mit Bauvertrag – Vertragliche Interaktion, Leistungsumfang, Zuständigkeit und Verantwortung (nach Wilckens [147]) 341
Abb. 6.9: Gliederung einer GU- / TU-Kalkulation in Teilbudgets 342
Abb. 6.10: Projektphasen bei Variante 2 – Construction Management mit Bauvertrag [146] 343
Abb. 6.11: Totalunternehmerprojektabwicklung mit GMP-Projektphasenmodell der DB AG 352
Abb. 6.12: Life-Cycle-Kosten – Jährliche Betriebskosten im Verhältnis zu den Baukosten (Quelle: Bayrische Staatsbauverwaltung, zitiert in [97]) 353
Abb. 6.13: Paradigmenwechsel von Investitionskosten zu Life-Cycle-Kosten 356
Abb. 6.14: Einordnung des Systemwettbewerbs in die Projektabwicklungsformen 357
Abb. 6.15: Systemanbieter Bau – SysBau [150], [84] 357
Abb. 6.16: Eingliederungssystematik für Leistungsanbieter im Bauwesen 358
Abb. 6.17: Systemanbieter 360
Abb. 6.18: Systemwettbewerb führt zu Leistungsinnovation und Kundenakquisition mit anschliessender Kundenbindung 364
Abb. 6.19: Einordnung des Systemwettbewerbs in die Bauprozessphasen 367
Abb. 6.20: Systemanbieterprojektabwicklungsform mit Optimierungsphasen 369
Abb. 6.21: Konzept zur Abwicklung von Unterhalt, Instandhaltung und Instandsetzung baulicher Anlagen 371
Abb. 6.22: Anbieter-Kunden-Beziehung sowie Leistungsspektrum des Energieliefer-Contractings 372
Abb. 6.23: Energieliefer-Contracting – Phasen des Beispielprojekts 376
Abb. 6.24: Konzepte zur Bereitstellung und Lieferung von Energien 377
Abb. 6.25: Optimierung der Energiekosten im Wettbewerb durch innovative technische und wirtschaftliche Konzepte [152] 381
Abb. 6.26: PPP-Modelle – Aufgabenschwerpunkte 384
Abb. 6.27: Funktionen der öffentlichen Hand und Funktionen mit potenzieller privater Beteiligung 385
Abb. 6.28: Alternativraum für die Infrastrukturherstellung [154] 385
Abb. 6.29: Kooperationsgrad und formale Institutionalisierung PPP-Basismodellgruppen und der Vertrags- und Organisationsformen einer Public Private Partnership 389

Abb. 6.30: PPP-Basismodellgruppen – Aufgaben-Institutionalisierungs-Portfolio (AIP) 390
Abb. 6.31: PPP-Basismodellgruppen – Effizienzpotenziale 392
Abb. 6.32: PPP-Basismodellgruppen sowie Vertrags- und Organisationsformen – Gestaltungsfunktionen 393
Abb. 6.33: PPP-Potenziale bei öffentlichen Funktionen 394
Abb. 6.34: Wahrnehmung öffentlicher Funktionen in den PPP-Basismodellgruppen 395
Abb. 6.35: PPP-Realisierungskonzept 396
Abb. 6.36: PPP-Entscheidung mittels Public Sector Comparator (PSC) 396
Abb. 6.37: PPP-Outsourcingmodelle – Wahrnehmung der öffentlichen Funktionen 399
Abb. 6.38: PPP-Outsourcingmodelle – Vertragsbeziehungen und finanzielle Ströme [111] 399
Abb. 6.39: PPP-Kontraktmodelle – konstituierende Merkmale [111] 400
Abb. 6.40: PPP-Kontraktmodelle – Projekt-Cashflow und Finanzcharakteristik [111] 401
Abb. 6.41: PPP-Kontraktmodelle – Wahrnehmung der öffentlichen Funktionen 401
Abb. 6.42: PPP-Kontraktmodelle / Betreibermodell – Vertragsbeziehungen und finanzielle Ströme [111] 403
Abb. 6.43: Strategische PPP-Kooperationsmodelle– Wahrnehmung der öffentlichen Funktionen [111] 405
Abb. 6.44: Strategische PPP-Kooperationsmodelle – Vertragsbeziehungen und finanzielle Ströme [111] 406
Abb. 6.45: Projektabwicklung eines PPP-Projekts – Stadtentwicklung / Immobilienentwicklung 408
Abb. 6.46: Prozessablauf einer Public Private Partnership im Strassenunterhalt 411
Abb. 6.47: Prozessmodell einer Public Private Partnership 411
Abb. 6.48: Koordination eines Unterhaltsbedarfs der Infrastrukturträger im Instandhaltungsfenster 418
Abb. 6.49: PPP-Outsourcingmodell bzw. Kooperationsmodell – Vertragsstruktur 420
Abb. 6.50: Varianten zur Abwicklung kommunaler Aufgaben 421
Abb. 6.51: Contracting von baulichen Anlagen – Projektphasen 424
Abb. 6.52: BOT-Projektablauf – Organisationen und Zusammenarbeitsformen in den Projektphasen 432
Abb. 6.53: Projektorganisationsform eines PPP-Kontraktmodells (z.B. BOT) [173] 433

Abb. 6.54: Interessenten-Interessenmatrix bei PPP-Kontraktprojekten [173] 435
Abb. 6.55 Hauptbeziehungsaspekte zwischen den Projektbeteiligten eines BOT-Projekts (PPP-Kontraktprojekt)[173] 436
Abb. 6.56: PPP-Kontraktmodell - Zahlungsströme in einer BOT-Projektgesellschaft [173] 438
Abb. 6.57: Projektablauf eines PPP-Kontraktprojekts [173] 441
Abb. 6.58: BOT-Projektabwicklungsform – Phasen, Aufgaben, Verantwortung, Beteiligte 442
Abb. 6.59: Projektidentifikationsvarianten 443
Abb. 6.60: Vergabeprozess bei einem PPP-Kontraktmodell [173] 445
Abb. 6.61: Zusammenfassung Meilensteine und Erfolgsfaktoren für Beispielprojekt 1 457
Abb. 6.62: Interaktion der Projektbeteiligten beim Beispielprojekt 1 458
Abb. 6.63: Zusammenfassung Meilensteine und Erfolgsfaktoren für Beispielprojekt 2 466
Abb. 6.64: Interaktion der Projektbeteiligten beim Beispielprojekt 2 467
Abb. 6.65: Zusammenfassung Meilensteine und Erfolgsfaktoren für Beispielprojekt 3 475
Abb. 6.66: Interaktion der Projektbeteiligten beim Beispielprojekt 3 476
Abb. 6.67: Zusammenfassung Meilensteine und Erfolgsfaktoren für Beispielprojekt 4 484
Abb. 6.68: Interaktion der Projektbeteiligten beim Beispielprojekt 4 485
Abb. 6.69: Zusammenfassung Meilensteine und Erfolgsfaktoren für Beispielprojekt 5 492
Abb. 6.70: Ablauf eines Construction Management- / Fast-Track-Projekts 499
Abb. 6.71: Zusammenfassung Meilensteine und Erfolgsfaktoren für Beispiel-projekt 6 500
Abb. 6.72: Interaktion der Projektbeteiligten beim Beispielprojekt 6 501
Abb. 6.73: Selektionskriterien für GU, TU und Systemanbieter 504
Abb. 6.74: Planungsaufwand von Bauherr und Unternehmer im Hochbau bei traditioneller Wettbewerbsvergabe und bei TU- und SysBau-Vergabe im Verhandlungsverfahren 506
Abb. 6.75: Planungsaufwand von Bauherr und Unternehmer im Tunnelbau bei traditioneller Wettbewerbsvergabe und bei TU- und SysBau-Vergabe im Verhandlungsverfahren 507
Abb. 6.76: Planungsaufwand von Bauherr und Unternehmern im Hochbau bei ein- und zweistufigen TU- und SysBau-Wettbewerben 509

Abb. 6.77: Planungsaufwand von Bauherr und Unternehmern im Tunnelbau bei ein- und zweistufigen TU- und SysBau-Wettbewerben 510
Abb. 6.78: Optimierungspotenzial und Kostensicherheit bei den verschiedenen Projektorganisationsformen 513
Abb. 6.79: Beschleunigte Projektrealisierung durch Parallelisierung von Prozessabläufen 513
Abb. 6.80: Beschleunigungspotenziale der verschiedenen Projektabwicklungsformen für Grossprojekte (USA) – Phasen und zeitlicher Ablauf [176] 514
Abb. 6.81: Bandbreite des Transaktionswert-Einsparpotenzials gegenüber der Projektabwicklung mit Einzelleistungsträgern (Monte-Carlo-Simulation) 519
Abb. 6.82: Bandbreite der Investitionskosten des Bauherrn bei alternativen Projektabwicklungsformen 519
Abb. 7.1: Untertagebau – Projektphasen der Einzelleistungsträgerprojektabwicklung 528
Abb. 7.2: Untertagebau – Projektphasen der Gesamtleistungsträgerprojektabwicklung 533
Abb. 7.3: Untertagebau – Projektphasen der Totalleistungsträgerprojektabwicklung 537
Abb. 7.4: Optimierungspotenzial – Wettbewerbs- und Projektabwicklungsformen 543
Abb. 7.5: Verteilung der Risiken auf die Projektbeteiligten 546
Abb. 7.6: Projektabwicklungsformen in Abhängigkeit von der Qualität der Baugrunderkundung 549
Abb. 7.7: Kavernenausbruch – Ausbruch- und Störfallklassifizierung 550
Abb. 7.8: Grafische Darstellung der Vergütung und Risikoverteilung nach dem Modellkonzept „K E F I R“ 559
Abb. 8.1: Risikoportfolio 561

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Bewertungsmatrix der risikoorientierten Nutzwertanalyse 170
Tabelle 2: Mindest-Gebäudemiete 205
Tabelle 3: Mindest-Gebäudemiete 210
Tabelle 4: Mindest-Gebäudemiete 219
Tabelle 5: Arten von PPP-Kontraktmodellen [166] 429
Tabelle 6: Differenzierungsmerkmale zwischen öffentlichen Projekten traditioneller Art und PPP-Projekten (PPP-Kontraktprojekten) [165] 437
Tabelle 7: Kapitalarten zur Finanzierung von PPP-Kontraktprojekten [165] 438
Tabelle 8: Ziele und Massnahmen des Konzessionsgebers zur Lenkung des Ausschreibungs- und Vergabeprozesses [165] 446
Tabelle 9: Wichtige Erfolgsmassnahmen des Konzessionsbewerbers [165] 447
Tabelle 10: Nutzen- und Kostenelemente in der Austauschbeziehung [170] 516
Tabelle 11: Transaktionswertdifferenz der Gesamtleistungsabwicklungsformen gegenüber Einzelleistungsträgerabwicklungsformen (auf Basis [169]) 520

G. Girmscheid, *Projektabwicklung in der Bauwirtschaft,* DOI 10.1007/978-3-642-14385-4,

© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2010

Sachverzeichnis

Abnahme 336
Abrechnungspreise 551
Abrechnungssystem 527
Abrissannuitäten 204, 209
Abrisskosten 200
Abweichungen 552
Abwicklungsphasen ... 451, 460, 469, 479, 494
Aktionäre 431
American Institute of Architects 340
Änderungen 552
Anforderungsmanagement 106
Angebotszeitraum 531
Annuität 183, 197, 229
Annuitätenberechnung 201
Annuitätenmodell 175, 180, 194
Annuitätskosten 194
Anpassung der Vergütung 553
Anreizsysteme 151, 351, 360, 365
Ansprechpartner 321
aperiodische Ausgaben 256
Arbeitsvorbereitung 535, 541
Architekt 142, 336
Architekturwettbewerb 470
Associated General Contractors of America 340
Aufgabentrennung 144
Aufsichtsbehörden 530
Ausbaumethode 534
Ausbaustandardsysteme 359
Ausbrucharten 550
Ausbruchklassen 527, 529, 550
Ausbruchklassenverteilung 533, 539
Ausführungsmanagement 311
Ausführungsphase 142
Ausführungsplanung 312
Ausführungsrisiko 160
Ausgaben 267, 274
Ausgabenstrom 251
Ausrüster 433
Ausscheidungsjury 539
Ausschreibungsgestaltung 550
Ausschreibungsunterlagen 533
Auswahlkriterien 502
Basiskostensteigerung 264
Bauausführung 311, 312
Bauausführungskompetenz 146
Bauausgaben 177
Baubeschreibung 536
Baubewilligungsverfahren 529
Bauen nach Smart 308
Baugrund 542
Baugrundbeschreibung 550
Baugrundgutachten 536
Baugrundinterpretation 542
Baugrundrisiko 4, 545, 548
Baugrunduntersuchung 529
Bauherr 140, 152
Bauherrenberater 50, 141, 142, 332, 478, 480
Bauherrenberatung 334, 367
Bauherrenrisiko 159
Bauherrenziele 45, 528
Baukommission 463
Baukostenermittlung 100
Baukostengliederung 100, 177
Baukostenkennwerte 100
Baukostenplan 178
Baupreisindex 263
Bauprojektphase 142
Baurealisierungsausgaben 254
Baurisiko 159
Baustelleneinrichtung 535, 541
Baustelleneinrichtungspauschale 551

G. Girmscheid, *Projektabwicklung in der Bauwirtschaft,* DOI 10.1007/978-3-642-14385-4,

© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2010

Bauunternehmer 530
Bauverfahren 550
Bauwerksbewilligung 546
Bauwerksgenehmigungsphase 541
Bauzeit
  optimale 10
Behandlung des Baugrunds 542, 548
Benutzervertreter 469
Berater 141, 434
Beraterkompetenz 332
Beschleunigungspotenzial 514
BetaPERT-Dichtefunktion . 111, 268
Betreiber 431, 434
Betreibervertrag 422
Betrieb 407
Betriebs- und
  Verwaltungsannuitäten 185
Betriebskosten 193, 232, 233
Betriebskostenarten 235
Betriebskostengliederung 100
Betriebskostenkennwerte 100
Betriebsphase 448
Betriebsrisiko 159
Betriebssicherheit 448
Bewertung 426
Bewertungsfaktoren 503
Bewertungsgremium 534, 539
Bewertungskriterien 481
Bewertungsmatrix 170
Bonus-/Malus-Regelung 556
BOT-Modell 361, 428, 554
BOT-Projektablauf 432
BOT-Projektabwicklungsform ... 442
Budget 528
Büronebenkostenanalyse 228
Cahsflow-Betrachtung 177
Cash flow 114
CM-Abwicklungsform 493
Construction Management 330, 332, 493
  at Risk 332
  mit Bauvertrag 334, 340, 439
  mit Ingenieurvertrag 332, 340
Construction Manager 332, 439, 495
Contracting 330, 362, 365, 370
  Unterhalt 370
  Unternehmen 410
  Vertrag 366, 374
Contractor 373
Controlling-Instanz 142
Cost Planning 179
Deckelpreis . 335, 343, 345, 348, 539
design and build to cost 323, 345
design to cost 409
Detail-Pauschalvertrag 314
Dichtefunktion 172, 269
Dienstleister des Bauherrn 339
Dienstleistung 373
Differenzierungspotenzial .. 147, 367
Direktkosten 339
Diskontierung 108, 260, 276
Diskontierungsfaktor 200
Diskontierungssatz 110, 268
Disputregelung 558
Dreiecksdichtefunktion 111, 268
Eigenkapital 409
Eigenkapitalrendite 429
Eigenmittel 431, 448
Eigentumsrecht 374
Einladungsverfahren 480
Einnahmen 267, 275
Einspar-Contracting 373
Eintrittswahrscheinlichkeit 165
Einzelleistungsträger . 303, 333, 527, 543
Einzelplaner 303
Einzelunternehmen 303
Elementkostengliederung 178
Endsystemabgrenzung 198
energetische Optimierung 237
Energie- und Förderreserven 238
Energie-Contracting ... 370, 371, 378
Energieliefer-Contracting 372
Energiepreisentwicklung 240
Energieverbrauch 241
Energieversorgung 237
Engineering Procurement Contract 440
Entscheidungsfindung 279
Entscheidungskonzept vor Ort ... 554
Entscheidungsprozess 547, 553
EPC Turnkey Contract 555

Erfahrungseigenschaften 503
Erfolgsbeteiligung 348
Erfolgsfaktoren..457, 466, 475, 484, 500
Ergebnisvarianten.....348
Ergebnisverantwortung.....326
Erkundung 548
Erkundung des Baugrunds.....549
Erlösfehlbetrag 557
Erneuerungsannuitäten 184, 204, 209, 223, 229
Erneuerungsinvestition 220
Erwartungshaltung.....555
Erwartungswert 271
Eventualpositionen 536, 547
Expertengremium 554
Fachkoordinator.....464
Fachplaner 309
Fast-Track-Projekt.....322, 493, 534, 538
Fernüberwachung 381
FIDIC/EPC Turnkey Contract....555
finanzielle Ströme.....436
Finanzierung.....462, 527, 530
Finanzierungs-Contracting 373
Finanzierungskosten.....11
Finanzierungsstruktur.....437
Fixtermin 551
Fortschreibbarkeit des Vertrags.552, 553, 558
fossile Energieträger.....237, 239
fossile Energievorkommen.....240
Funktionalausschreibung...471, 527, 537, 544
funktionale Leistungsbeschreibung 495
Garantien 365
Garantierter Maximalpreis-Vertrag 345
Genehmigungsauflagen 529
Genehmigungsprozeduren.....536
Genehmigungsrisiko.....159, 545
Genehmigungsverfahren....527, 529, 542
Generalleistungsträger.....532
Generalplaner 309
Generalplanermodell 310
Generalplanerteam.....310
Generalübernehmer 318
Generalunternehmer 311
Generalunternehmermodell 318
Geologische Studie.....528
Gesamtannuität.....229
Gesamtannuitätskosten 185
Gesamtinitialinvestition.....199, 212
Gesamtkapitalkosten...209, 217, 223
Gesamtkostenbetrachtung.....10
Gesamtkostenoptimum.....361
Gesamtleistungen 7
Gesamtleistungsteam.....481
Gesamtplanungsaufwand.....508
Gesamtpreis 312, 551
Gesamtpreisvertrag.....534
Gesamtverantwortlicher 345
Geschäftsfelder.....344
Geschäftskosten.....339
gewerkeübergreifend 143
gläserne Taschen335, 343, 344, 345, 368, 494, 496, 539
Globales Baugrundrisiko 527
Global-Pauschalvertrag 314
Globalpreisvertrag 313
GMP-Basis 367
GMP-Modell 330
GMP-Vereinbarung 346
GMP-Vertrag.....330, 335, 345, 347, 539
GMP-Vertragsmodell .493, 495, 496
Grenz-Bonität des Angebots.....556, 557
Grobkostenschätzung 131, 470
Grundausbau.....452
Grundstücksausgaben 253
Guaranteed-Maximum-Price-Vertrag.....330
Hard-Money-Vergabeverfahren .523
Hauptbetriebsphase.....410
Hauptziel 158, 162
Hersteller der Produktionsanlage495
Herstellungsprozesskompetenz ..312
Ideen-/Preiswettbewerb 531
Ideenwettbewerb 459

Immaterialitätsgrad 502
Immobiliengesellschaft 410
Immobilienprofitcenter 477
Inbetriebnahme .. 410, 465, 474, 483, 499
  beschleunigte 11
Individualisierungsgrad 502
Ingenieur 142
Initialsystemabschreibung . 198, 206, 220
Innovation 151
Innovationsmanagement 360
Insourcing 382
Installationsgrad 187
Instandhaltungsaufwand 191
Instandsetzungsannuitäten 184
Instandsetzungskosten 193, 232
Instandsetzungsmassnahmen 421
Integration 146, 361
Integrativitätsgrad 502
Interaktionsgrad 502
interaktive Planung 538
Interessen Dritter 529
Investitionsannuitäten 181, 184, 204, 209, 223, 229
Investitionsbudgetintervall 130
Investitionskosten 127, 188
Investitionsrisiko 151
Investitionsvolumen 118
Investoren ... 407, 430, 433, 450, 455
K E F I R 555
K.O.-Kriterien 425
Kapitalarten zur Finanzierung 438
Kapitalkosten 183, 193, 231, 233
Kernkompetenzen 5, 6
Klassifizierung von Ausbruch 534
Klassifizierung Vortriebsverfahren 534
Kommissionen 463
komparative Konkurrenzvorteile 311, 359, 536
komplementäre Kernkompetenzen 147
Konkurrenz der Ideen 322
Konventionalstrafe 481
Konzentrationsstrategie 344
Konzeptphase 141
Konzessionsbewerber 447, 556
Konzessionsgeber 428, 431, 449, 554
Konzessionsmodell 428
Konzessionsnehmer 428, 431
Konzessionsprojekte 428
Konzessionsprojektformen 429
Konzessionsvertrag 428
Konzessionszeit 428, 448
Kooperationen 310, 363
Kooperationsportfolios 148
Kosten 158
Kosten im Facility Management 179
Kostenannuitäten 205, 210, 219
Kosten-Barwert 247
Kosten-Barwert-Methode 249
Kostenberechnung 131
Kostenbezugsgrössen 100
Kostendachgarantie 346
Kosteneinsparung 349
Kosten-Erlös-Betrachtung 177
Kostengarantie 534
Kostenmanagement 101
Kosten-Nutzen-Analyse 349
Kostenrahmen 131
Kostenreduzierung 128
Kostenschätzung 121, 131
Kostensicherheit 512, 514
Kostensteuerung 100, 133
Kostenstrukturanalyse 175
Kostenstrukturgliederung 247
Kostenstrukturplan 99, 122, 175
Kostentreiber 236, 237
Kostenvoranschlag 126, 131, 459
  mit Kostendach 462
Kostenvorteile 515
Kredit 409, 434
Kreditgeber 431, 439
Kreditoren 434
Kundennutzen 309, 330
kundenorientierte Dienstleistung 340
Kundenvorteile 329
Kundenzufriedenheit 363, 448
laufende Kostenannuitäten . 182, 229
LCC-Analyse 247
LC-Kostentreiber 174, 175

LC-Leistungsangebots 174
LC-NPV-Modell. 188, 245, 248, 279
LC-NPV-Zahlungsströme 259
Lebenszyklus 8
Lebenszyklusausgaben 177
Lebenszykluskosten ... 174, 179, 180, 186, 193, 244
Lebenszykluskostenoptimierung 233
Lebenszyklusleistungsangebot ... 241
Lebenszyklus-Performance-Garantie 244
Leistungsanbieter 502
Leistungsänderungen 348
Leistungsanreiz 350
Leistungsbeschreibung 129, 346, 527, 532, 544
Leistungsbezieher 434
leistungsbezogene Ansätze 551
leistungsbezogene Preise 551
Leistungsbündel 337, 361
Leistungsengpässe 319
Leistungserbringer 434
Leistungsergebnis 409
Leistungserstellungsprozesses 502
Leistungsinnovationen 363
Leistungsintegration 502
Leistungspaket 309
Leistungspotenzial 502
Leistungsprogramm 527, 532
Leistungstiefe 6
Leistungsträger 152
Leistungsträgerorganisationen 152
Leistungsumfang 373
Leistungsvermittlerorganisationen 152
Leistungsverzeichnis .. 471, 524, 527
Leistungsziele 409
Liegenschaftenkontenplan 178
Life-Cycle-Kosten 151, 353, 359
Life-Cycle-Kosteneinsparungen . 511
life-cycle-orientierte Baulösungen . 2
life-cycle-orientierte Gesamtlösungen 359
life-cycle-orientierter Unterhalt .. 420
Life-Cycle-Orientierung 145
Life-Cycle-Wettbewerb 363
Lösungsvarianten 512, 537
Machbarkeitsstudie 431, 477, 479, 528
Management-Tools 3
Marktpreis 346
Marktsegmente 3, 146, 311
Massenrisiko 306, 311, 314, 323, 450, 521
Materialindex 262
Mehr-Augen-Prinzip 554
Meilensteine 457, 466, 475, 484, 500
mengen- und zeitabhängige Bewertung 552
Mengenermittlung 314
Mieterausbau 452
Mindesterlös 556
Mindestmietdauer 452
Mindest-Mietzins 205, 210, 219
Mindest-Netto-Mietzins 198
Monte-Carlo-Simulation 110, 171, 266, 272, 521
Nachhaltigkeitsmotiv 241
Nachträge ... 134, 146, 307, 319, 348
Nachtragsforderungen 531
Nachtragskosten 521
Nachtragspotenzial 515
Net Present Value 111, 247, 257, 276
Net Present Value / Barwert 251
Net-Present-Value-Entscheidungsaxiom 251, 252, 277
Neubauabteilungen 5
NPV-Analyse 110
NPV-Erwartungswert 277
NPV-Wahrscheinlichkeitskurve . 278
Nutzen- und Kostenelemente 516
Nutzeranforderungen 469
Nutzerkoordinator 469
Nutzervertreter 479, 495
Nutzungs- und Betriebsphase 254
Nutzungsänderungen 330
Nutzungsausgaben 177
Nutzungsflexibilität 362, 452
Nutzungskosten 190, 193
im Hochbau 179
Nutzungskostengruppen 193, 205

Nutzungskostenkennzahlen 188
Nutzungsphase 366, 524
Nutzwertanalyse 170, 171, 426
Objektmanagementkosten .. 193, 232
Objektnutzungstypen 186
Öffentlichkeitsarbeit 407
Ökonomisches Maximalprinzip . 114
Ökonomisches Minimalprinzip . 121, 138, 245
Optimierungspotenzial 322, 324, 511
organisatorische Abläufe 436
Parallelisierung .. 144, 310, 312, 315, 535
Partner 427
Partnering 329, 330, 336
Partnering-Ansatz 435, 439
Partnerschaft 2
partnerschaftliche Atmosphäre ... 497
partnerschaftliches Verhältnis 351
Pauschalen 551
Pauschal-Eventualitätspositionen 315, 323, 325, 345
Pauschalpreiserwartung des Konzessionsbewerbers 557
Pauschalpreis-Erwartungshaltung 556
Pauschalpreisvertrag 313
periodische Ausgaben 254
periodische Einnahmen 256
Phasenvergütung 365
Planbewilligung 546
Planbewilligungsverfahren . 529, 546
Planfreigabeprozess 336
Plangenehmigungsbeschluss 529
Planungs- und Bauausgaben 181
Planungs- und Beratungsausgaben 253
Planungsaufwand 505, 506, 507
Planungskommission 463
Planungsphasen 309
Planungsrisiko 160
Planungstiefe 505
Planungsumfang 505
PPP = Public Private Partnership 361
PPP-Contracting 421, 422
PPP-Modell 383, 555
PPP-Projektgesellschaft 407, 409
PPP-Rahmenvertrag 427
Präqualifikation . 423, 444, 468, 470, 471, 511, 538, 556
präqualifizierte Unternehmen 539
Preiskatalog 368, 425, 427, 540
Preis-Leistungswettbewerb 367, 471, 540
Preissteigerungsprognosen 261
Preiswettbewerb 306, 315, 367, 524, 531
Preiswettkampf 318
Privatisierung 5
probabilistischer Lebenszyklusansatz 266
Produktionskapazität 318
Prognoserechnung 263
Projektabwicklungsform 46, 152, 153
Einzelleistungsträger 303, 525
Generalleistungsträger 525
Generalunternehmer 312, 316, 321, 327
Systemanbieter 369
Totalleistungsträger 526
Projektart 527
Projektaufgaben 529
Projektbeteiligte 458, 467, 476, 485, 501
Projektbeurteilung 526
Projektentwickler 443
Projektentwicklung 106, 407, 451, 460, 469
Projekterrichtung 407
Projektgenehmigungsverfahren .. 529
Projektgesellschaft 428, 431, 444, 555
Projektidentifikation 443
Projektierung 310
Projektmanagement 46, 49, 318
Projektmanager 141
Projektorganisation 46, 141
Projektportfolio 555
Projektsteuerer 142, 332
Projektsteuerung 334
Promotor 450, 455

Prozessausgaben eines Gebäudes181
Prozesse 145
Prozesskette 534
Prozessstufen 141
Prozessverantwortliche 159
Prüfinstanzen 535
Prüfkompetenzen 535
Prüfungsprozess 535, 547
Prüfungszyklus 535
Public Private Partnership (PPP)330, 383, 420
Qualität 159
Rahmenterminplan 534
Raumklimasimulation 455
Realisierungszeit 472
rechtliche Beziehungen 436
Reengineering der Projektorganisation 145
Rendite 46, 151, 156, 368, 409, 450, 451, 462
Rendite- und Kostensteuerung 98
Restwert 211, 218, 226, 257
Restwertbestimmung 212
Richtpreis 454
Risiken 151, 326, 526, 530, 536, 545
Risiko- und Nutzwertanalyse 157
Risikoanalyse 155, 160
Risikoausgleich 555
Risikoausweitung 541
risikobasierte Projektbeurteilung 552
Risikobegrenzung 556
Risikodeckelung 555
Risikoeingrenzung 550
Risikofelder 159
Risikokosten 515
Risikomanagement 545
Risikopotenzial 156
Risikotragung des Konzessionsnehmers 556
Risikoverteilung 3, 436, 533, 539, 550
Risikozuordnung 556
Risikozuschläge 534
Rollenverteilung 553
Rückkopplung 365
Sanierungsmassnahmen 200, 213
Schildvortriebe 544
Schlüsselfertigbau 321
schlüsselfertige Erstellung 311
Schnittstellenkoordinationsrisiko521
Schnittstellenmanagement 512
Selektionskriterien 504
Sicherungsklassen 530
Simulationslauf 274
Simultaneous Engineering .337, 439, 448, 464, 482, 494, 496, 498
Smart-Konzept 153
spekulative Elemente 545
spekulative Risikozuschläge 552
Spritzbetonbauweise 544
Stakeholder 407
Standardabweichung 271, 272
Standortvorteil 330
Stararchitekt 451, 453
Störfälle 533, 539, 540, 552
Störfallkonzept 540, 552
Störfallszenarien 536
strategische Allianzen 147
Streubreite 551
Subunternehmer 473
Subunternehmervergabe 318
Sucheigenschaften 503
SysBau 357, 365
Systemabgrenzung 211
Systemanbieter ... 358, 364, 366, 439
Systemanbieteransatz 361
Systemanbieterwettbewerb .147, 430
Systemfertigteillösungen 359
Systemführer 359
Systemkonzept 359
Systemoptimierung 356
Systemstandard 103, 124
Systemwettbewerb 366
Target Costing 557
Target-Costing-Konzepte 330
Team 423
Technisches Anlagenmanagement 373
Technologietransfer 449
Teilabschnitte 551
Teilbudget 340
Teilpauschalen 551

Teilsystemabgrenzung 202, 203
Teilsystemabschreibung 198, 201, 214
Terminverlängerung 547
Teuerungsfaktoren 268
Teuerungsindex 108, 260, 276
time to market 158, 337, 493, 512
Totalleistungsträger 537
Totalübernehmer 328
Totalübernehmermodell 328
Totalunternehmer 321, 453
Transaktionen 502
Transaktionskosten . 7, 146, 515, 516
Transaktionskostendifferenz 521
Transaktionsverluste 310
Transaktionswert-Einsparpotenzial 519
Transfer 449
TU-Abwicklungsform
auf Verhandlungsbasis 449
auf Wettbewerbsbasis 468, 477
TU-Projektentwicklungsvorleistungen 459
TU-Submission 468
Umkehrfunktion 274
Umstellungspauschale 552
Umweltverträglichkeit 529
Unikatcharakter 362, 502
Unterhaltsaspekte 524
Unterhaltskosten 524
Unternehmen 431
Unternehmenskooperationen 145
Unternehmer 309
Untertagebau 523, 525, 544
Unterziel 158
Value Engineering 335, 367, 462, 464, 553
Value-Engineering-Anreizkonzept 348
Value-Engineering-Anreizvereinbarung 346
Value-Sharing-Vertrag 335
Varianz 271, 272
Verbesserungsvorschläge 553
Vergabebudget 462
Vergabegewinn 347, 349, 522
Vergütung 373
Verhandlungen 450, 472
Verhandlungsverfahren 445
Versicherungsprinzip 440
Verteilungsfunktion 269, 277
Verteilungskurve 278
Vertragserfüllungsgarantie 380
Vertragsgestaltung 553
Vertragsverhandlungen 472
Vertrauenseigenschaften 503
Vertreter des Bauherrn 333
Verzögerung 307, 547
virtuelle Leistung 425
virtuellen Leistungsannahmen 541
Vollständigkeitsrisiko 306, 311, 314, 323, 450, 521
Vorplanungsprozess 123
Vorprojektphase 142
Vorstudienphase 141
Vortriebsleistungen 551
Vortriebsverfahren 529
Weltbevölkerung 238
Werkgruppen 308
Wert einer Transaktion 516
Werterhaltung 46, 156, 330, 368
Werterhaltungsorientierung 362
Wertschöpfungskette 146
Wertschöpfungsprozess 511
Wertverzehr 198
Wettbewerb der Lösungsvarianten 325
Wettbewerb der Optimierungspotenziale 512
Wettbewerbsintensität 147
Wettbewerbsprojekt 481
Wettbewerbsverfahren 444
Wettbewerbsvorteile 364
Wettbewerbteam 478
Wirtschaftlichkeitsanalysemodell 244
Wirtschaftlichkeitsmotiv 241, 242
Wissensmanagement 360
Wissensverlust 145
Workshop 482, 495
Zahlungsstrom 200, 249, 276, 437

zeitabhängige Gemeinkosten 558
zeitbezogene Elemente 551
zeitbezogene Preise 552
Zeitersparnis 512
Zeitverlängerung 553
Zielerreichungsgrad 165
Zielerwartungswert 165
Zielgrössen 46, 156
Zielkriterien 163
Zielsystem 158
Zielvereinbarung 309
Zufallszahl 272, 273
Zusammenarbeitsformen 531
zweistufiger TU-Wettbewerb 468, 470
zweistufiges Wettbewerbsverfahren 423
Zwischentermine 534