



Bernd Ebert

Technische Projekte

Abläufe und Vorgehensweisen

Aus technischen Gründen bleibt diese Seite leer

Bernd Ebert

Technische Projekte

Weitere empfehlenswerte Bücher

Sattler, K., Kasper, W.

Verfahrenstechnische Anlagen

Planung, Bau und Betrieb

2 Bände

2000

ISBN 3-527-28459-1

Helmus, F. P.

Anlagenplanung

Von der Anfrage bis zur Abnahme

erscheint voraussichtlich

2002

ISBN 3-527-30439-8

Bernd Ebert

Technische Projekte

Abläufe und Vorgehensweisen

Autor dieses Buches

Bernd Ebert

Enggasse 26
64846 Groß Zimmern

Titelbild:

3-D-Modellansicht eines Produktions-
gebäudes mit mehreren Anlagenstraßen.

Das vorliegende Buch wurde sorgfältig erarbeitet. Dennoch übernehmen Autor und Verlag für die Richtigkeit von Angaben, Hinweisen und Ratschlägen sowie für eventuelle Druckfehler keine Haftung.

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

Ein Titeldatensatz für diese Publikation ist bei Der Deutschen Bibliothek erhältlich.

© Wiley-VCH Verlag GmbH,
Weinheim, 2002

Gedruckt auf säurefreiem Papier.

Alle Rechte, insbesondere die der Übersetzung in andere Sprachen, vorbehalten. Kein Teil dieses Buches darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form – durch Photokopie, Mikroverfilmung oder irgendein anderes Verfahren – reproduziert oder in eine von Maschinen, insbesondere von Datenverarbeitungsmaschinen, verwendbare Sprache übertragen oder übersetzt werden. Die Wiedergabe von Warenbezeichnungen, Handelsnamen oder sonstigen Kennzeichen in diesem Buch berechtigt nicht zu der Annahme, daß diese von jedermann frei benutzt werden dürfen. Vielmehr kann es sich auch dann um eingetragene Warenzeichen oder sonstige gesetzlich geschützte Kennzeichen handeln, wenn sie nicht eigens als solche markiert sind.

All rights reserved (including those of translation into other languages). No part of this book may be reproduced in any form – by photoprinting, microfilm, or any other means – nor transmitted or translated into a machine language without written permission from the publishers. Registered names, trademarks, etc. used in this book, even when not specifically marked as such, are not to be considered unprotected by law.

Printed in the Federal Republic of Germany

Satz TypoDesign Hecker GmbH, Leimen

Druck Strauss Offsetdruck GmbH, Mörlenbach

Bindung Wilh. Osswald + Co. KG, Neustadt

ISBN 3-527-30208-5

Für meine beruflichen „Leuchtfeuer“:

Horst Balle
Charles Humphreys
Gerd Jeitner
Fred Schulze
Jürgen Walter
Walter Zywottek

... und natürlich Dank an alle, die mir – direkt und indirekt – geholfen und zur Seite gestanden haben!!

Aus technischen Gründen bleibt diese Seite leer

Geleitwort

„Wir erobern zusammen mit einem unserer sehr guten Kunden den amerikanischen Markt; wir werden ein *Global Player*.“ Diese Aussagen beschreiben das Umfeld, in dem ich Bernd Ebert, den Autor des Buches, kennengelernt habe. Die Erfahrungen aus diesem Projekt gaben den Hauptanstoß zu dem vorliegenden Buch.

Während zu Beginn einer Investition die Gestaltung eines ausgewogenen Gesamtkonzepts dominiert, verlagert sich später der Schwerpunkt auf die Baustellenabläufe zur Realisierung des Ziels jedes technischen Projekts: Die volle Funktionsfähigkeit der installierten Systeme. Die Beherrschung der komplexen Zusammenhänge bei einer Großinvestition, die interdisziplinäre Zusammenarbeit auf allen Ebenen und ein striktes Kostenmanagement sind die Anforderungen, die ein erfolgreicher Projektleiter erfüllen muß.

Ich habe zum Zeitpunkt der Projektrealisierung als Geschäftsführer der amerikanischen Tochtergesellschaft der Merck KGaA Darmstadt den Projektfortschritt sehr intensiv begleitet und mit Mitarbeitern der Organisation aus den Bereichen Recht, Personal, Sicherheit und Arbeitsrecht, Finanzen, mit Handwerkern und Verwaltungsmitarbeitern die Projektarbeit unterstützt. Mit unserem US \$ 10 Millionen-Projekt waren wir ein kleines Rad in dem Gesamtprojekt von mehr als US \$ 2 Milliarden und trotzdem natürlich voll in die Abläufe und Zwänge einer Großbaustelle eingebunden.

Wir haben alle daraus gelernt. „Kommunikation“ wurde der Schlüsselbegriff für die Projektarbeit zusätzlich zu der Ablaufplanung und der Realisierung vor Ort. Die Lehren, Sorgen, Ängste, die Last der Verantwortung und die Freude über die erfolgreiche Inbetriebnahme sollen mit Ingenieuren und Projektleitern, die vor ähnlichen Herausforderungen stehen, geteilt werden.

Die technisch erfolgreiche Inbetriebnahme ist der Erfolg des Ingenieurs; das betriebswirtschaftlich gut abgeschlossene Projekt ist der Erfolg des Unternehmers.

Dazu kann das vorliegende Buch einen wesentlichen Beitrag leisten.

Februar 2001
West Chester, PA, USA

Walter W. Zywottek
Chairman & CEO
VWR International, Inc.
Ein Unternehmen der
MERCK KGaA, Darmstadt

Aus technischen Gründen bleibt diese Seite leer

Inhaltsverzeichnis

	Geleitwort	VII
	Vorwort	XIII
	Verzeichnis der verwendeten Symbole	XV
	Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen	XVI
1	Allgemeine Grundlagen	1
1.1	Zielstellung	2
1.2	Technische Projekte im Wirtschaftsleben	2
1.3	Die Auswahl der richtigen Lieferanten	5
1.4	Technik – Kommerz – Recht	9
1.5	Woher kommen die Kosten? Oder: Die Gefahr der ersten Zahl	11
1.6	Das Projektteam – Bedeutung, Arbeitsumfang und Verantwortung	14
1.7	Zeitabläufe im Projektgeschehen	21
	Literatur	29
2	Planung (Engineering)	31
2.1	Grundlagen der Planung	32
2.1.1	Gesetzliche Regelungen und technische Standards	35
2.1.2	Spezifikationen und Normen des Kunden	38
2.1.3	Anforderungen gemäß QM, GMP, SEMTEC etc.	40
2.1.4	Dokumentationen, Objektkennzeichnung, Zeichnungsnummern	40
2.1.4.1	Dokumentationen im Projektverlauf	40
2.1.4.2	Objekt-Kennzeichnungen	45
2.1.4.3	Zeichnungs- und Dokumentennummern	47
2.2	Ablauf der Planung	48
2.2.1	„Auslöser“ für technische Projekte	48
2.2.2	Studien, Vorplanungen, Konzeptionen – der Weg bis zum Lastenheft	52
2.2.2.1	Erarbeitung des Investitionskonzepts	52
2.2.2.2	Das Lastenheft als inhaltlicher Projektstart	58
2.2.3	Entwurfsplanung (Basic Engineering)	66
2.2.3.1	Grundlagen	66
2.2.3.2	Ablaufschritte	67
2.2.4	Der Weg zu realen Kosten	76

- 2.2.5 Interne und externe Genehmigungen 79
 - 2.2.5.1 Genehmigung durch das Management intern 79
 - 2.2.5.2 Genehmigung durch externe Stellen 81
- 2.2.6 Ausführungsplanung (Detail Engineering) 82
 - 2.2.6.1 Grundlagen 83
 - 2.2.6.2 Ablauf-Schritte 84
- 2.2.7 Abnahmen und Verteidigungen 96
- 2.2.8 Erstellung des Aufmaßes 97
- 2.2.9 Schulung des Personals 99
- 2.3 Inhaltliche Gestaltung wesentlicher Dokumente 100
 - 2.3.1 Der Weg zum fertigen Fließbild – Teilstufen und Auskopplungen 100
 - 2.3.2 Erstellung von Lageplänen 110
 - 2.3.3 Transportwege, Trassenverläufe, Lüftungsschächte, Kabelpritschen 115
 - 2.3.4 Materialbilanzen und Massenauszüge – Grundlagen der Bestellung 118
 - 2.3.5 Anlagenfunktion – Funktionsplan – Software 120
 - 2.3.6 Sicherheits- und umwelttechnische Analysen 123
 - 2.3.7 Planung der An- und Abfahrprozesse von Anlagen 129
 - 2.3.8 Gestaltung spezieller Funktionsbereiche 132
 - 2.3.9 Grundlagen der Baustellenplanung 141
 - 2.3.10 Von der Verfahrensbeschreibung zur Bedienanleitung 143
- 2.4 Planungsmanagement 145
 - 2.4.1 Der verbindende Rahmen: die Zeitplanung 146
 - 2.4.2 Vergabe von Gewerkeaufträgen 147
 - 2.4.3 Gibt es günstige Schnittstellen? 149
 - 2.4.4 „Bearbeitet – Geprüft – Genehmigt“ 153
 - 2.4.5 „Mile stones“ und „Freezing points“ oder: wenn sich die Grundlagen ändern 155
 - 2.4.6 Planungsabstimmung in der operativen Hektik 156
 - Literatur 157
- 3 Kommerzielle Aufgaben im Projekt 159**
 - 3.1 Die Beschaffung 159
 - 3.1.1 Die Beschaffung im Projektverlauf 160
 - 3.1.2 Die Anfrage des Kunden 162
 - 3.1.3 Angebotsbearbeitung und Kostenkalkulation der Lieferanten 172
 - 3.1.4 Inhaltlicher Abgleich je Leistungsumfang 180
 - 3.1.5 Vertragstexte 184
 - 3.1.6 Ablauf der entscheidenden Gespräche 190
 - 3.1.7 Beschaffung der Katalogartikel 191
 - 3.1.8 Richtwerte für Kostenschätzungen 193
 - 3.2 Weitere kommerzielle Aufgaben im Projektverlauf 196
 - 3.2.1 Bereitstellung der Finanzmittel 196
 - 3.2.2 Die laufende Kostenkontrolle 199
 - 3.2.3 Bearbeitung von Nachträgen 200
 - 3.2.4 Transport und Logistik 201

3.2.5	Zölle, Gebühren, Versicherungen	204
	Literatur	205
4	Fertigung	207
4.1	Bedeutung der Fertigung im Projektablauf	207
4.2	Vorbereitung der Fertigung	208
4.2.1	Grundlagen der Fertigung	208
4.2.2	Planung für die Fertigung	210
4.2.3	Gestaltung der Schnittstellen und der Montierbarkeit	212
4.3	Ablauf der Fertigung und Abnahmehandlungen	214
4.3.1	Ablauf der Fertigung	214
4.3.2	Vorbereitung und Durchführung der Abnahme	216
4.3.3	Vorbereitung für Transport und die Vor-Ort-Montage	219
5	Realisierung aller Leistungen auf der Baustelle	221
5.1	Allgemeiner Ablauf einer komplexen Baustelle	221
5.1.1	Auswahl des Standortes	222
5.1.2	Abfolge der wesentlichen Gewerke	225
5.1.3	Bedeutung des Zeitplans und seine Kontrolle	228
5.1.4	Aufgaben der Baustellenfirma	236
5.1.5	Problematik der ständigen Veränderungen	240
5.1.6	Kooperationen der Firmen – Grundlagen und reale Abläufe	245
5.1.7	Sicherheitsmaßnahmen im Projektverlauf	248
5.2	Elemente der Baustellenplanung	254
5.2.1	Planung, Errichtung und Vorhaltung einer Baustelleneinrichtung	256
5.2.2	Bedarf und Gestaltung der Baustellenfläche	257
5.2.3	Bereitstellung der Medien: Baubedarf und Dauerlösung	263
5.2.4	Abnahmen und Freigaben zwischen den Gewerken	266
5.2.5	Hinweise zur Montageplanung	269
5.3	Baustellenvorbereitung eines Auftragnehmers	271
5.3.1	Allgemeine Schwerpunkte	271
5.3.2	Aufstellen der Baustelleneinrichtung	274
5.3.3	Prüfung der Installationsvoraussetzungen	275
5.4	Hinweise zur Durchführung der Installationen	277
5.4.1	Einbringen der Großaggregate	277
5.4.2	Einbindung und Befestigung weiterer Anlagenteile	281
5.4.3	Anpassung von Anlagentechnik und MSR	283
5.5	Abnahme, Inbetriebnahme und Übergabe	286
5.5.1	Interne Tests der Lieferanten und des Endkunden	287
5.5.2	Behördliche Inspektionen und Abnahmen	290
5.5.3	Funktionstests und Inbetriebsetzung	291
5.5.4	Erstellung der Enddokumentation	297
	Literatur	298
	Stichwortverzeichnis	299

Aus technischen Gründen bleibt diese Seite leer

Vorwort

Als ich von der Hochschule abging, hatte ich den Kopf voll mit vielen Wahrheiten und einigen (wenigen) Weisheiten. Ich wusste, wie man Integrale ausrechnet, welche Schritte die Erdöl-Spaltung beinhaltet, wo man einen Zyklon einsetzt und dergleichen. Die Verfahrenstechnik hat viele Teildisziplinen – im Studium wird vorrangig Wert auf die fachliche Durchdringung und die Anwendung der wissenschaftlichen Zusammenhänge gelegt.

In der beruflichen Praxis ergeben sich zahlreiche erweiterte Fragestellungen, die ich in folgende Komplexe einteilen möchte:

1. Technologische Komplettierung eines Verfahrens
Wie mache ich aus einer „Verfahrensidee“ ein technologisches Schema? Welche Verschaltung ist für eine Destillationskolonne notwendig? Wo müssen Zwischenspeicher eingebaut werden?
2. Umsetzung in die Realität
Welche Anfragezeichnungen, Werkstattskizzen usw. sind erforderlich? Wie erreiche ich qualifizierte Lieferanten und optimale Angebote für deren Leistungen? Woran erkennt man diese? Mit wem sind welche Angaben oder Details abzustimmen? Wie ist die Baustelle zu organisieren?
3. Umgang mit allen Beteiligten
Wie muß ich argumentieren, um Kollegen und Chefs für die Idee zu gewinnen? Wie erreiche ich die Freigabe der notwendigen Gelder? Wie führt man Verhandlungen, auch auf „schwierigem Terrain“? Wie verhalte ich mich, wenn bei der Abnahme einer Lieferung gravierende Mängel auftreten?

Der Bau neuer Anlagen beinhaltet meist einen sehr komplexen Ablauf – sowohl bei der Rekonstruktion einer vorhandenen Industrieanlage als auch bei Neubau auf grüner Wiese. Das heißt: viele Gewerke, verzahnte Ausführung der Einzelleistungen, Eingriff in bestehende Prozesse und Strukturen, also Komplexität pur. Alle diese Fragestellungen treten dabei auf – nicht hübsch nacheinander, sondern meist gleichzeitig. Werden sie nicht oder unzureichend gelöst, gerät eines der Gewerke ins Stocken oder der Gesamtplan geht nicht auf.

Für viele dieser Teilaufgaben sind feste Regularien vorgeschrieben, z. B. auf dem Sektor der Genehmigungen und Abnahmen. Die wesentlichen Arbeitsschritte sind in der Literatur dargestellt und durch technische Regeln festgelegt wie der Inhalt von Fließbildern, die Erarbeitung von Stoff- und Energiebilanzen oder die Dimensionierung von Apparaten. Die zu beobachtenden Schwierigkeiten treten durch eben diese Komplexität der Einzelabläufe auf sowie durch die in den letzten Jahren verstärkte „Zeitdrängung“, d. h. stark verkürzte Realisierungszeiten. Gerade der letzte Aspekt zwingt Planer und Ausführende zu einer Verzahnung ihrer Leistungen, die spezielle Vorgehensweisen erfordern. Ohne dies sind verzögerte Fertigstellungen, Schwierigkeiten bei der Inbetriebnahme, „vergessene“ Ausrüstungsteile etc. zu erwarten.

Für diese Vorgehensweisen werden Beispiele behandelt und Arbeitsmethoden vorgeschlagen. Dieses Buch kann keine Berechnungsmethode für Problemlösungen liefern, jedoch Lösungswege anbieten. Denn die Praxis ist manchmal unberechenbar ... Formeln und Literaturlösungen sind minimal gehalten, da es ausreichend Parallel-Literatur gibt.

Hoffentlich trägt der etwas unkonventionelle Stil dazu bei, den stellenweise „trockenen“ Inhalt genießbarer zu machen.

November 2001

Bernd Ebert

Verzeichnis der verwendeten Symbole

Symbole

F	Faktor
k	spezifische Kosten je Menge
n	Anzahl
P	Preis
t	Zeit
Δ	Differenz
Σ	Summe

Exponenten

a	Vorgangsanfang
abw	Projektentwicklung
e	Vorgangsende
EMSR	Elektro-, MSR-Umfang
eng	Planung
IBN	Inbetriebnahme
lief	Lieferung/Fertigung
mont	Aufstellung/Montage
RL	Rohrleitungsumfang
tr	Transport
z	Verzögerung
ü	Überlappung

Indices

1	Raum Nr. 1
2	Raum Nr. 2
3	Halle
a	Vorgang a
b	Vorgang b
c	Vorgang c
d	Vorgang d
doc	Dokumente
e	Vorgang e
f	Vorgang f
ges	gesamt
NKK	nichtkalkulierbare Kosten
ROCE	Kapitalverzinsung
x	(Laufindex)

Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen

2D	Zweidimensionale zeichnerische Darstellung
3D	Dreidimensionale zeichnerische Darstellung
AG	Auftraggeber
AN	Auftragnehmer
BUS	Datenübertragungsprinzip
BE	Baustelleneinrichtung
cit	„customs, insurance, freight“
DEKRA	Firma für Begutachtung technischer Sachverhalte
Elt	Elektro
En	Energie
EN	EU-relevante Standards
Ex	Explosion
F&E	Forschung und Entwicklung
FO	Fertigungsobjekt
fob	„free on board“
GMP	Good Manufacturing Practice
GP	Generalplanungsfirma
GU	Generalunternehmer
HOAI	Honorarordnung für Architekten und Ingenieure
IBN	Inbetriebnahme
IBS	Inbetriebsetzung
L	Kapazität allgemein
LAN	(engl.) MSR-Feldtechnik
LLU	Liefer-, Leistungsumfang
MSR	Meß-, Steuer-, Regelungstechnik
NAN	Nachauftragnehmer
OKF	Oberkante Fußboden
PL	Projektleiter
QM	Quality Management
RL	Rohrleitung
R&I	Rohrleitungs- und Instrumentierungsschema
SB	Sicherheitsbeauftragter
TA	Teilablauf
TK	Telekommunikation
TÜV	Technischer Überwachungsverein

1

Allgemeine Grundlagen

Technische Projekte sind nicht nur ein wesentlicher Bestandteil der Innovationen in der Wirtschaft, sondern in allen Bereichen des gesellschaftlichen Lebens erforderlich. Sie sind gekennzeichnet durch

- starke finanzielle Ströme bzw. Belastungen
- hohe Komplexität aller Abläufe
- straffe Zeitziele

Um die Durchführung optimal zu gestalten, sind neben den ingenieurtechnischen Kenntnissen jedes beteiligten Gewerks weitere spezielle Kenntnisse zur Gestaltung der Planung, zur Vorbereitung und Abwicklung der Baustellenphase, zur Steuerung der beteiligten Vertragspartner etc. erforderlich. Das Management derartiger Abläufe ist kaum vergleichbar mit der Leitung vorgeprägter, meist kontinuierlich oder periodisch sich wiederholender Prozesse, denn der Projektstatus schreitet jeden Tag fort. Oft treten unvorhergesehene Schwierigkeiten auf und die Komplexität der Prozesse zwingt zu Provisorien, Teillösungen und Kompromissen.

Entscheidend für den Erfolg sind viele Faktoren, die juristischer, ingenieurtechnischer, kommerzieller oder rein persönlicher Natur sein können. Diese Faktoren werden in Abhängigkeit von Verlauf und Status eines technischen Projekts betrachtet und Hinweise zur Bewältigung gegeben. Passende Beispiele sind unterstützend für die möglichen Problemstellungen aufgeführt.

Die systematische Bearbeitung aller Teilaufgaben kann durch die Nutzung entsprechender Checklisten, Merkblätter und Formulare erleichtert werden. Diese werden an geeigneten Beispielen dargestellt und erläutert.

Nach einer Einführung über generelle Aspekte, wie Projektstruktur, Gestaltung von Teams, Zeitpläne, Zusammenhänge zwischen Leistung, Vertrag und Bezahlung, werden die Abläufe eines technischen Projekts dargestellt, mögliche Arbeitswege und Problemstellungen diskutiert und Lösungsmöglichkeiten bzw. Vorgehensweisen aufgezeigt.

Ein besonderer Aspekt ist die Stellung des jeweiligen Vertragspartners im Projekt.

Viele Situationen stellen sich für den Endkunden anders dar als für den Generalkontraktor oder einen Unterlieferanten bzw. erfordern unterschiedliche Herangehensweisen. Diese Unterschiede werden untersucht und – gemäß Situation – mögliche Lösungen betrachtet.

Tab. 1.1: Vergleich der wesentlichen Projekt-Typen im Bereich der Wirtschaft

Charakteristik	Projekt-Typ		
	Analysierende Projekte	Entwickelnde Projekte	Installationsprojekte
Arbeitsmethoden	Literaturrecherchen Analysen/Vergleiche/ Benchmarking	Literaturrecherchen Laboruntersuchungen Technikumsversuche Scale-up-Analysen Berechnungen, Kalkulation	technische Planungen Beschaffung von Material und Aus- rüstungen Bau, Montage etc. Tests und Inbetrieb- nahme
Spezifika	theoretische Arbeiten stark interdisziplinär Ressourcenbedarf gering	Planungs-, Labor-, z. T. Montgearbeiten Maschinen meist bekannt stark interdisziplinär Ressourcenbedarf z. T. groß	Planungs- und Montgearbeiten Anlagen oft Unikate, d. h. spezielle Planung stark interdisziplinär Ressourcenbedarf sehr groß
Ziele	Termine Ergebnisbericht	Termine Funktionalität bzw. Ergebnisbericht Kosten	Termine komplexe Funktio- nalität Zielparameter Kosten
Anwendung	Grundlagen-Forschung Markt-Analysen Personal-Analysen Verbraucher- Umfragen Software-Ent- wicklungen	Angewandte Forschung Produktneu- und -weiterentwicklung fertigungstechnische Innovationen	Bauwirtschaft (Neubau, Umbau) stoffwirtschaftliche Innovationen bzw. Rationalisierungen

- Die zeitliche Parallelität vieler Vorgänge erfordert eine erfahrene und straffe Ablauf-Koordinierung.

Dies gilt ebenso für die Rekonstruktion vorhandener baulicher und industrieller Anlagen.

Demgegenüber steht der Anspruch, mit einer technischen Investition entscheidende Schritte für die Zukunftssicherung der Firma zu erreichen.

Das heißt konkret:

- Einführung neuer Produkte oder
- Rationalisierung vorhandener Produktionslinien oder/und
- Verbesserung der Produkt-Eigenschaften

Eine Entscheidung für eine große Investition ist besonders in kleineren Firmen ein schwerer Schritt. Oft verhindert die Furcht vor Risiken geeignete Maßnahmen. Wenn die „kleinen Schritte“ nicht erfolgreich sind, kann es – aufgrund der finan-

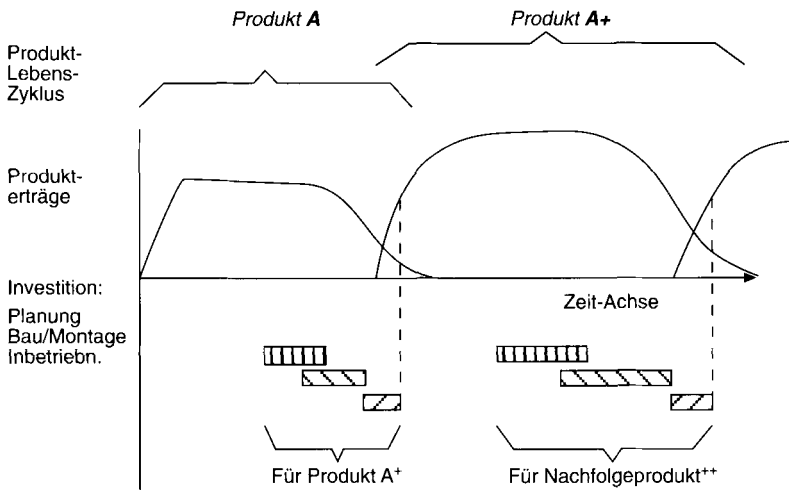


Abb. 1.1 Zusammenhang zwischen Produkt-Lebenszyklus, Produkt-Innovation und benötigten Investitionen

ziellen Situation – betriebswirtschaftlich bereits zu spät sein. In Abb. 1.1 ist dargestellt, welche Abhängigkeit zwischen dem Lebenszyklus eines Produkts und der Investition für die Zukunft des Produkts besteht.

In Abb. 1.1 ist das Ende des Lebenszyklus von Produkt A dadurch gekennzeichnet, daß die Erträge sinken. Die Investition für Produkt A+ wird so rechtzeitig begonnen, daß sie mit Ende des Lebenszyklus von Produkt A wirksam wird. Im Verlauf der Inbetriebnahme wird der Ertragsrückgang von Produkt A durch den Ausstoß und die entsprechende Ertragsteigerung von Produkt A+ kompensiert. Diese vereinfachte Darstellung kann eine höhere Aussagekraft erhalten, wenn man z. B. in den Produkt-Lebenszyklus solche Faktoren wie Preisverfall, Konkurrenzsituation etc. implementiert (sofern dies bei langfristigen Betrachtungen möglich ist).

Im unteren Teil von Abb. 1.1 wird gezeigt, daß jeder Zyklus aus drei Teilen besteht, die die wesentlichen Schritte eines technischen Projekts darstellen. Diese erfordern spezielle Kenntnisse und Zusammenhänge, die – aufbauend auf dem naturwissenschaftlichen Stand des Ingenieurwesens – für die erfolgreiche Gestaltung eines technischen Projekts unverzichtbar sind. Das bezieht sich auf:

- die Vorbereitung einer Investition incl. Forschungsabschlüsse, Vorstudien etc. (z. B. fehlt es oft am Mut, trotz Unwägbarkeiten eine Entscheidung zu treffen.)
- die Koordinierung und zügige Gestaltung des Engineerings (z. B. sind die Querverbindungen der Gewerke von hoher Wichtigkeit)
- die Beschaffung von Ingenieur- und Installationsleistungen (z. B. ersparen klare Vertragsbedingungen viele Nacharbeiten bzw. Zusatzaufwendungen – hier besonders Vorsicht im Ausland!)
- die Überwachung der Fertigung und Baustellen-Vorbereitung (Extrem-Beispiel: Baustelle im Urwald)

- die Abläufe auf einer Baustelle
(die Beherrschung der Zeitparallelität vieler Gewerke bzw. Firmen ist z. B. eine schwierige operative Aufgabe)
- die Inbetriebsetzung einzelner und komplexer Anlagen
(z. B. wer verantwortet den Schritt vom kalten zum heißen Anfahrbetrieb?)
- die Abnahme von Leistungen und Übergabe von Gesamtobjekten
(z. B. ist ein Rest-Mangel akzeptierbar und mittels Nachbesserung behebbbar oder beeinträchtigt er die Funktion des Gesamtsystems?)

Bevor diese Phasen des Projektverlaufs dargestellt werden, sind einige Themen zu diskutieren, die allgemeiner Natur und in allen Phasen zu beachten sind. Dazu gehören die Arbeit mit internen und externen Partnern, die vertraglichen Rahmenbedingungen, die Kostenbetrachtung und die Zeitplanung und -verfolgung.

Solche Fragen wie Finanzierungsmodelle, Kostenkontrolle während der Projektlaufzeit, Berichts- und Kontrollmodelle werden nur kurz behandelt, da dazu andere aussagekräftige Literatur vorhanden ist [1.1, 1.3].

1.3

Die Auswahl der richtigen Lieferanten

Die gesellschaftliche Arbeitsteilung ist heute so weit fortgeschritten, daß kein Auftraggeber eines Großprojekts (Kurzbezeichnung AG) alle notwendigen Arbeiten selbst durchführen kann.

Generell sind im Zuge des „Outsourcings“ und anderer Kampagnen vielerorts die Ingenieur- und Montage-Kapazitäten stark nach extern ausgegliedert worden, sodaß der Zwang zur Kooperation unausweichlich ist. Demzufolge ist die Zusammenarbeit mit einem bzw. mehreren Lieferanten oder Auftragnehmern (Kurzbezeichnung AN) zu gestalten. Diese Verbindungen sind notwendig

- in jeder Phase eines Projekts (z. B. Ingenieurbüros bei der Planung, Händler bei der Beschaffung, Montagefirmen auf der Baustelle)
- für jedes Gewerk wie Bau, Anlagentechnik, Elektro- und MSR-Technik, Rohrleitungsbau, Klima/Lüftung, Isolierung/Anstrich und Nachrichtentechnik.

Darüberhinaus vergeben diese Lieferanten parallel Teilaufträge an Sub-Lieferanten, die eventuell auch auf der Baustelle anwesend sind und koordiniert werden müssen.

Die Beziehungen zwischen den Vertragspartnern werden den üblichen Werksverträgen gerecht und im Verlauf der Arbeitsphasen

Anfrage → Angebote → Angebotsvergleich → Verhandlungen → Vertrag

geprägt.

Für die Gesamt-Abwicklung eines Projekts gibt es viele Varianten – als extreme Beispiele sollen gelten:

- Der AG steuert die Abwicklung (selten möglich, siehe oben) und führt sie mit eigenen Ressourcen durch.
- Der AG bindet vertraglich einen General-Unternehmer (Kurzbezeichnung GU), der vom Planungsbeginn bis zur schlüsselfertigen Übergabe („Turn Key“) alle Abläufe steuert und für Terminplan, Funktionalität und Kosten garantieren muß.

Die Besonderheiten, Vor- und Nachteile beider Varianten sind in Tab. 1.2 aufgeführt.

In der Realität – besonders bei mittelständischen und bei fachkompetenten Firmen – hat sich ein Mittelweg zwischen diesen beiden Lösungen bewährt. Es gibt jedoch keine „Rezepte“, welche Lieferanten-Struktur für einen bestimmten Typ von Investitionen anzuwenden ist. Hierfür können nur Hinweise und Richtlinien herangezogen werden, die die – jeweils spezifisch zu treffende – Entscheidung untermauern können.

In Abb. 1.2 ist ein typisches Beispiel eines Lieferantenorganigramms dargestellt, das für ein Vorhaben mit über DM 5 Millionen (oder Äquivalent in \$) Gesamtumfang, Einbeziehung von mehreren wesentlichen Gewerken, Standort weitab von anderen Firmen-Niederlassungen (anderes Land) und Einbringung bzw. Bewahrung des Know-how des AG gelten kann.

Es wird deutlich, daß verschiedene Gewerke an externe Auftragnehmer vergeben werden. Es handelt sich um Gewerke, die nicht die eigentliche Technologie betreffen. Diesbezüglich wird nur eine Montagefirma vertraglich gebunden, die alle Anlagenteile (oder die Maschinen) vor Ort aufstellt. Demzufolge behält sich der Auftrag-

Tab. 1.2: Vergleich der Varianten-Extrema zur Abwicklungs-Struktur

Bewertung	Arbeits-Varianten	
	AG allein	GU allein
Voraussetzungen	alle Ing.-Gewerke und Montage-Kapazität vorhanden	Arbeitsvorgaben exakt definiert alle Ing.-Gewerke vorhanden bzw. in Kooperation Montagefirmen in Kooperation
Spezifika	Verantwortung voll beim AG AG beherrscht alles ein Projektteam	Verantwortung voll beim GU AG beherrscht nichts viele Projektteams
Vorteile	„Direktions-Zwang“ möglich Know how bleibt intern Änderungen noch spät möglich	AG-Funktion ist Überwachung AG-Personalbedarf gering AG-GU-Konflikt möglich
Nachteile	großer AG-Personalbedarf (Planung und Montage)	Know how fließt ab kaum Änderungen möglich
Bewährte Beispiele	Umbau-Projekte in Großfirmen reine Ersatz- und Erweiterungs-Investitionen Kleininvestitionen	Großvorhaben als Neubau, ggf. weitab vom AG-Standort Projekte mit GU-Lizenz

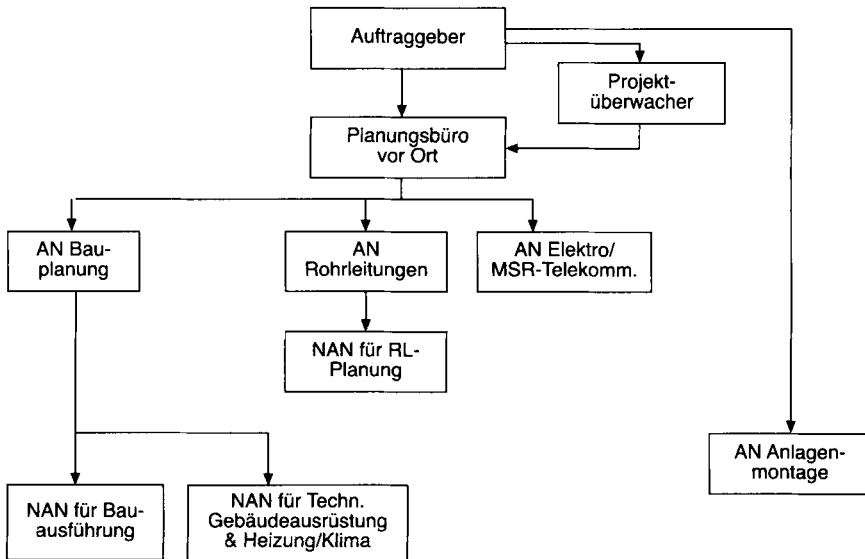


Abb. 1.2 Beispiel eines Lieferanten-Organigramms

geber sowohl Planung als auch Fertigung der Anlagenteile und Inbetriebnahme der Technologie vor.

Die lokal stationierten Vertragspartner werden zwar vom Auftraggeber finanziert, laufen jedoch unter Führung eines lokalen Planungsbüros. Dieses sollte beginnend mit der Konzeption eingebunden sein, um solche Aspekte wie Landbeschaffung, Infrastruktur etc. bis hin zur Auswahl geeigneter Auftragnehmer zu bearbeiten. So erreicht der AG z. B. eine relativ große Sicherheit bei der Vergabe der Planungsarbeiten. Das lokale Planungsbüro sollte wissen, welche Firmen Kompetenz in der Planung haben und welche nur für die Ausführung geeignet sind. Im obigen Beispiel wird (wie oft üblich) eine Ingenieurfirma bzw. ein Architekturbüro mit der Bauplanung bis zu den kompletten Ausschreibungs-Unterlagen beauftragt, wobei für die Ausführung eine klassische Baufirma ausgewählt wird (bzw. analog für Heizung, Sanitärinstallation, Lüftung etc.).

Für Elektro- und MSR-Leistungen ist in obigem Fall eine Firma gewählt worden, die dieses Arbeitspaket von der Planung bis zur Übergabe des funktionsbereiten Liefer- und Leistungsumfangs (Kurzbezeichnung LLU) übernimmt. Der Rohrleitungsumfang wird von einer Montagefirma realisiert, die ein Planungsbüro als Nachauftragnehmer (Kurzbezeichnung NAN) vertraglich bindet. Für denjenigen Liefer- und Leistungsumfang, der von lokalen Firmen zu bewältigen ist, kann der Auftraggeber eine Ingenieurfirma als Kontrollorgan einsetzen (siehe Beispiel), die bereits Erfahrungen auf diesem lokalen Gebiet besitzt (ggf. eine Niederlassung).

Welche allgemeinen Schlußfolgerungen sollten bei der Auswahl der Lieferanten bzw. der Gesamt-Struktur des Auftragsverhältnisses beachtet werden?

- Der Auftraggeber sollte das Know-how seiner Kernkompetenz nicht herausgeben (es sei denn, er muß mit anderen Know-how-Gebern kooperieren). Die Praxis, externe Ingenieure ins eigene Team zu holen, ist wesentlich effektiver und sicherer, als Aufgaben an AN zu vergeben!
- Ein Generalunternehmer ist wirkungsvoll, wenn die eigenen Kapazitäten des AG unzureichend sind, komplexe und umfangreiche Projekte abzuwickeln sind, die Aufgabenstellung rechtzeitig und fest fixiert werden kann, und die Einarbeitung eines GU durch den Nutzeffekt wettgemacht wird.
Bei Investitionen in Gebieten ohne AG-Niederlassung kann ein geeigneter GU mit lokalem Büro sehr hilfreich sein. Wenn kein GU vorgesehen ist, muß der Auftraggeber die koordinierende Funktion im Projektablauf mit allen Konsequenzen wahrnehmen.
- Möglichst viele Leistungen sind an lokale Firmen zu vergeben, um sowohl die lokalen Besonderheiten, Gesetze etc. zu berücksichtigen als auch um eine gute Zusammenarbeit zu fördern. Nach der Bauphase will der Auftraggeber einige Jahrzehnte in diesem Umfeld wirksam sein – das ist nur bei guter Kooperation möglich!
- Es ist zu prüfen, welche Gewerke gemeinsam zu bearbeiten sind. Die MSR kann z. B. stark an die Technologie gebunden sein oder an die Haustechnik/Gebäudeausrüstung. Die jeweiligen Arbeitspakete sollten dementsprechend als Ganzes vergeben werden.
- Ist eine starke Kontrolle der Leistungsausführung notwendig, sollten Planung und Ausführung von nicht abhängigen Firmen durchgeführt werden. Soll die Verantwortung für ein Arbeitspaket komplett bei einem Lieferanten liegen, sind Planung, Ausführung und Inbetriebsetzung als Gesamtkomplex auszuschreiben und vertraglich zu binden.
- Der Auftraggeber sollte sich die Zustimmung zu allen späteren Nachauftragnehmern vorbehalten.
- Neben dem Arbeitsteam des Auftraggebers bzw. der Auftragnehmer ist im Verlauf der Projekt-Abwicklung ein unabhängiger Prüfer bzw. Kontrolleur erforderlich. Dies kann ein Stabsorgan des AG mit entsprechender Sachkompetenz oder eine fest engagierte Ingenieurfirma oder ein einzelner fachlich orientierter Berater sein. Die Kontrolle kann permanent wirksam sein oder auch nur punktuell wirken. Wichtig ist, daß diese Prüfung („Task Check“, „Projekt Challenging“) die Schwerpunkte des Projekts erfaßt und durchleuchtet. Diese sollte schon und besonders am Beginn wirksam sein, um die richtige konzeptionelle Ausrichtung zu erreichen (siehe auch [1.4]).

Auf dieser Basis sind die Strukturen zwischen Auftraggebern, Beratern und Lieferanten festzulegen und die geeigneten Partner auszuwählen. Basis für die Zusammenarbeit sind entsprechende Verträge, die für beide Seiten akzeptierbare Regelungen beinhalten (siehe Abschnitt 1.4 und Kapitel 3).

Bei der Auswahl eines geeigneten Generalplaners/Generalunternehmers sind folgende Kriterien wichtig:

- Kompetenz auf dem wesentlichen anlagen- und/oder bautechnischen Gebiet
- Referenzen
- Fähigkeiten zur Abwicklung von Planung und Installation
- lokale Präsenz (nicht nur vertreten, sondern solide etabliert)
- Finanzstärke bzw. Kreditwürdigkeit, Zahlungsverhalten
- bewährte Kooperationen mit starken Baufirmen oder anderen Gewerken
- Qualität/Quantität der Planungs-Kapazitäten (Kooperation mit Partnern)

Großes Augenmerk ist auf die Auswahl der Kontakt-Personen beider Seiten zu legen – wenn hier die „Chemie“ nicht stimmt, kann auch bei starker Kompetenz kein gemeinsamer Erfolg erzielt werden. Erfahrungsgemäß wird dann eine negative Art des Claim Management betrieben: Jeder steckt seinen Claim gegenüber dem Partner ab und steckt seine Energie in die Claim-Verteidigung bzw. die Schwächung des Gegenübers.

Die Zusammenarbeit erfordert darüberhinaus konkrete Festlegungen zum Informationsfluß. Dazu gehören:

- Fix-Termine für Besprechungen
- Art der Dokumentenübergabe sowie der Verteilung
- Inhalt und Qualität der Dokumente
- Führung von Revisionen

Hierzu folgen in Abschnitt 2.1 detaillierte Angaben.

Als Quintessenz der Beziehungen zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer(n) sollen folgende Anforderungen an die beteiligten Personen gelten:

- Kooperativität
- Problembewußtsein
- Entscheidungsstärke
- Krisenfestigkeit

1.4

Technik – Kommerz – Recht

Bei jeder Investition gibt es zahlreiche Beziehungen zwischen Auftraggebern und Auftragnehmern/Lieferanten. Denn nicht nur der Investor als letztendlicher Auftraggeber geht vertragliche Bindungen mit seinen Auftragnehmern ein; auch diese treten als AG gegenüber Subkontraktoren auf, seien es Planungsbüros, Gutachter, Materiallieferanten oder Montagefirmen. Alle diese Vertragspartner haben eine juristische Beziehung zueinander und alle befinden sich in dem Spannungsfeld zwischen technischem Ziel, kommerzieller Effektivität und juristischer Formulierung. Die Interessenlage ist jeweils verschieden; auf einen Nenner gebracht, könnte sie lauten:

- Der AG will die perfekte Leistung zum billigsten Preis.
- Der AN will möglichst wenig tun für viel Profit.
- Beide wollen vertragliche „Hintertüren“, um dies zu erreichen.

Diese provokatorisch wirkende Formulierung trifft im wesentlichen die Tendenz der Vertragsverhandlungen.

Beispiel

Im Jahr 1999 meldet sich ein Auftraggeber bei einem Lieferanten und verlangt, daß für ein 1996 übergebenes Projekt im nachhinein eine Sicherheit bzgl. Jahr-2000-Sprung in der Software garantiert werden soll. Dies ist kaum noch eine technische Verhandlung, sondern es geht um juristische Formulierungen des damaligen Vertrages (wo noch nicht viele Firmen an dieses Problem gedacht haben). Hier zeigen sich die verschiedenen Facetten des erwähnten Spannungsfeldes:

- Es wurde ein technisches Arbeitspaket definiert, das bearbeitet werden sollte, u.a. Planung, Installation und Inbetriebsetzung der Software für ein spezielles Versorgungssystem.
- Die einzelnen Leistungen wurden bewertet, die Preise wurden bis 1996 ausgiebig diskutiert; Ziel des AG war ein niedriger, Ziel des AN war der angebotene Preis (incl. nicht kalkulierbarer Kosten, Profit etc.).
- Das ca. seit 1998 diskutierte Problem des Jahrtausendsprungs wird vom AG aufgegriffen und eine Sicherheit oder eine Nachrüstung vom AN gefordert.

Hieraus ergeben sich als Entscheidungsfragen für den Lieferanten:

Ist diese Fragestellung berechtigt oder laut Vertrag ausgeschlossen ?

Wenn berechtigt: Sind dafür die Projektmittel noch vorhanden ?

Wenn nicht berechtigt: Ist dem AN diese Kundenbeziehung so viel wert, daß er gegebenenfalls mit Verlust diese Nachrüstung durchführt ?

Diese Problemstellung kann vermieden bzw. weitmöglichst reduziert werden, wenn die technische Konzeption für das Projekt oder für einzelne Arbeitspakete über die kommerzielle Gestaltung der Verträge bis zu den juristischen Formulierungen und Force-Majeur-Paragraphen lückenlos umgesetzt werden kann.

Die großen Ingenieurfirmen, die als Generalunternehmer auftreten, haben ausgefeilte Standardtexte, ebenso die großen Firmen, die als Investitionsauftraggeber auftreten. Hier ist es als AN schwierig, etwas anderes durchzusetzen – zumal diese Formulierungen oft gegen den AN gerichtet sind (diese Tendenz ist im US-Vertragsrecht voll ausgeprägt). Mittlere und kleine Firmen haben nicht immer Standardverträge, aber oft kompetente Mitarbeiter bzw. externe Berater, die diesen Part betreuen können.

Im asiatischen Raum gilt als Faustregel, daß der beste Vertrag das Papier nicht wert ist, wenn es zwischen den Kontaktpersonen nicht stimmt.

Generell sollten beide Verhandlungspartner mit einem fundierten Konzept gewappnet sein, um nicht „überfahren“ zu werden. Ein zähes Ringen um einzelne Paragraphen wird in Fachkreisen nicht belächelt, sondern eher positiv bewertet.

Die Vertragsgestaltung gewinnt an Bedeutung, wenn die Investition nicht im Land des Firmensitzes durchgeführt wird. Dadurch werden nicht nur ein anderes

Rechts- und Vertragssystem sowie sprachliche Probleme wirksam, sondern es treten andere technische Standards und Regelungen in Kraft. Bei einem technischen Projekt in den USA z. B. wird in Fuß und Zoll statt in Metern und Millimetern gemessen. Für diese Fälle ist die Einschaltung einer lokalen Fachfirma (Ingenieurbüro, Rechtsanwalt und/oder Consultant) sinnvoll.

Die inhaltlichen Aussagen sind den jeweils konkreten Bedingungen anzupassen; sie differieren relativ stark zwischen reinen Planungsaufgaben sowie materiellen Lieferungen/Leistungen (siehe Kapitel 3). Die technischen Inhalte werden in den Kapiteln 2 und 3 eingehender betrachtet.

1.5

Woher kommen die Kosten ? Oder: Die Gefahr der ersten Zahl

Bei vielen Projekten zeigt sich die Tendenz, daß für das obere Management bzw. die Direktionsebene nur eines wichtig ist: die *Investitionssumme*.

Dies ist zwar verständlich, birgt jedoch die Gefahr, daß man nur abstrakt mit Zahlen operiert, ohne den technischen, vertriebsseitigen und/oder genehmigungsseitigen Hintergrund zu sehen.

Beispiel

Ein Team der Firma XY hat eine Konzeption für eine Erweiterung des Geschäftsfeldes erarbeitet. Mittelpunkt dieser Studie sind die erwarteten Vertriebszahlen sowie die erforderliche Investitionssumme für ein technisches Projekt. Die Präsentation vor der Geschäftsleitung steht vor der Tür. Alle Beteiligten erwarten ein positives Signal für die weitere Ausarbeitung. Das kommt auch – verbunden mit der Anforderung, den Profit um 30 Prozent zu erhöhen und die Investitionssumme um 1/3 zu senken (bezogen auf die bisherigen Zahlen).

Derartige Kriterien sind das Aus für viele progressive Konzeptionen. Dem kann man mit einer aussagekräftigen Analyse der erforderlichen Kosten und vor allem einer eindrucksvollen Präsentation vor dem Entscheidungsgremium vorbeugen.

Die entscheidende Frage zu Beginn der Kostenermittlung lautet:

Woher bekommt man aussagefähige Kosten?

Grundlage für eine Kostenermittlung ist immer die ausgewogene Konzeption bzw. das Lastenheft der technischen Leistungen (siehe auch Abschnitt 2.2). Dazu gehören im wesentlichen:

- Beschreibung der zu installierenden Verfahren/Technologien
- Darstellung des Bauumfanges incl. Klima, Lüftung, Beleuchtung etc.
- Beschreibung der Utility-Versorgung und Schadstoffentsorgung
- Infrastrukturmaßnahmen wie Lager, Straßen, Sozialräume, Telefone etc.
- Vergleich mit vorhandenen Anlagen, Rohrbrücken, Bauten etc.
- Darstellung von Aufwendungen für Forschung & Entwicklung

Ist diese Beschreibung vorhanden, beginnt die Kostenermittlung. Dazu dienen als Hilfsmittel:

- Vergleichende Einheitspreise Preis pro Antriebsinstallation,
Preis pro Meter Rohrleitung/Rohrbrücke,
Preis pro Kubikmeter umbauter Raum
Preis pro Kilowatt Lüftungsleistung etc.
- Preise ähnlicher Ausrüstungen Preise für Motoren und Pumpen,
Preise für Maschinentypen,
Preise für ähnliche Rührkessel etc.
- Preise aus Angeboten Anfrage bei Lieferanten – siehe Konzeption,
Lastenheft, Anfragen, Angebote
- Abschätzung offener Positionen ggf. Konsultation von Fachleuten

Die Angebote können z. T. formlos eingeholt werden, bei unikativen Ausrüstungen erfordern sie umfangreiche Diskussionen zur Klärung des erwarteten Umfangs (das gilt insbesondere bei komplexen Anlagen und Systemen; siehe auch Kapitel 3). Sie erfordern jedoch keine vertragliche Grundlage; ein Lieferant, der für sein Angebot bezahlt werden will, ist selten und sollte nicht in die engere Wahl kommen.

Liegt ein umfangreiches Angebot eines Lieferanten mit kommerziellem Teil, technischer Beschreibung und klarer Darstellung der Schnittstellen vor, ist dies eine gute Grundlage für einen künftigen Vertrag. Hier liegen für die Lieferanten von Investitionsgütern große Chancen, mit einem guten Angebot die Wege zu einem baldigen Vertragsabschluß zu ebnen.

Die Angabe der Kosten kann grundsätzlich auf drei Wegen geschehen (siehe auch Kapitel 3.1):

1. Eine Leistung wird als Gesamtheit bewertet.
Sie ist meist bei Angeboten zu komplexen Leistungen zu erwarten. Der Kunde kann hierbei schlecht beurteilen, ob wirklich alles erfaßt ist.
2. Eine Leistung wird bewertet nach Stundenaufwand mal Stundenpreis
Sie wird bei Eigenschätzungen oft angewandt. Die Kalkulation ist durchschaubarer, aber das Risiko der Fehlschätzung des Aufwands ist groß.
3. Eine Leistung wird als Summe aller Stück- bzw. Mengenpreise bewertet.
Sie ist vorteilhaft bei Lieferung/Montage gleicher Teile (z. B. gleiche Filter oder Rohrleitungsmengen).

In der Realität beinhalten die Angebote eine Kombination von allen Varianten. In jedem Fall sollten die Zahlen kritisch hinterfragt werden. Ansonsten passiert es, daß kurz vor der Inbetriebnahme ein Versäumnis entdeckt wird, das dann kaum noch oder nur mit großem Aufwand zu beheben ist. Es ist auch in der Realität zu beobachten, daß Lieferanten mit einem niedrigen Preis den „Einstieg“ in einen Auftrag erreichen wollen und später im Verlaufe des Projekts mit vielen Nachforderungen den Kunden zu zusätzlichen hohen Zahlungen zwingen (da dieser keine andere