



Universität Karlsruhe (TH)
Forschungsuniversität • gegründet 1825

**Institut für Technologie und Management
im Baubetrieb**

Analyse der Geschäftsprozesse der Projektabwicklung im TGA- Unternehmen – eine empirische Studie

Forschungsbericht

Dipl.-Ing. Jürgen Kirsch
kirsch@tmb.uni-karlsruhe.de

Institut für Technologie
und Management im Baubetrieb
Prof. Dr.-Ing. Fritz Gehbauer
Universität Karlsruhe (TH)
Am Fasanengarten
76128 Karlsruhe

Vorwort

Der vorliegende Forschungsbericht fasst die Ergebnisse einer empirischen Studie über die heutige Abwicklung von Projekte der Technischen Gebäudeausrüstung aus Sicht von Technischen Generalunternehmern zusammen. Die Studie entstand im Jahr 2006/2007im Rahmen der Forschungsarbeiten zur Umsetzung industrieller Organisationsprinzipien auf die Bauindustrie am Institut für Technologie und Management im Baubetrieb der Universität Karlsruhe (TH).

Einen besonderen Dank gilt den beteiligten Unternehmen und ihren Vertretern, die sich für Interviews und Baustellenbesichtigungen zur Verfügung gestellt und unterstützt haben. Ohne sie und ihre gewährten Einblicke in die Baupraxis wäre die Untersuchung unmöglich gewesen.

Jürgen Kirsch

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung.....	1
1.1	Hintergrund und Zielsetzung.....	1
1.2	Aufbau des Berichts.....	1
2	Untersuchungen zur Produktivität und Projektabwicklung in der TGA – Ausgangspunkte der empirischen Studie.....	2
2.1	Ausgangslage.....	2
2.2	Überblick über die BSRIA-Forschungsinitiative.....	2
2.3	Ansatzpunkte für die Fallstudienuntersuchung.....	4
3	Fallstudienbeschreibung.....	4
3.1	Fallstudienauswahl und Klassifizierungskriterien.....	4
3.2	Beschreibung der Fallstudienprojekte.....	5
4	Cross-Case-Auswertung – Projektabwicklung und Geschäftsprozesse.....	8
4.1	Vorbemerkungen.....	8
4.2	Vertrags- und Vergabestrategie.....	8
4.3	Projektorganisation und Personal.....	13
4.4	Baustrategie – Vorfertigung und Vormontage.....	16
4.5	Montageplanung.....	22
4.6	Ablauf- und Terminplanung.....	27
4.7	Produktionsmanagement.....	34
4.8	Baustelleneinrichtung.....	38
4.9	Beschaffung und Logistik.....	39
4.10	Installationsarbeiten.....	43
4.11	Ausblick – Lean Production als Gestaltungsprinzip.....	45
5	Ergebnisse und Ausblick.....	46
5.1	Qualitatives Bild der Projektabwicklungspraxis und Geschäftsprozesse.....	46
5.2	Best-Practice-Handlungsempfehlungen.....	46
5.3	Diskussion und Ausblick.....	55
A1	Anhang 1: Forschungsmethodik der empirischen Untersuchung.....	56
A1.1	Grundlagen - Klassifizierung von Fallstudien.....	56
A1.2	Einordnung des gewählten Fallstudiendesigns.....	56
A1.3	Methodische Ausgestaltung der Multiple-Case-Studie.....	57
A2	Anhang 2: Auswertung – Categoriesystem: Haupt- und Unterkategorien.....	66
	Literaturverzeichnis.....	68

Abkürzungsverzeichnis

3-D	3-dimensional
Abb.	Abbildung
AG	Auftraggeber
BSRIA	The Building Services Research and Information Association
CAD	Computer Aided Design
d.h.	das heißt
etc.	et cetera (lateinisch: und so weiter)
ETO	Engineered to order
ggf.	gegebenenfalls
GU	Generalunternehmer
GÜ	Generalübernehmer
HLS	Heizung - Lüftung - Sanitär
i. Allg.	im Allgemeinen
i.d.R.	in der Regel
Kap.	Kapitel
KVP	Kontinuierlicher Verbesserungsprozess
LV	Leistungsverzeichnis
MS	Microsoft
MSR	Messen - Steuern - Regeln
MTO	Made to order
MTS	Made to stock
NU	Nachunternehmer
QM	Qualitätsmanagement
RTP	Rahmenterminplan
SFB	Schlüsselfertigbau
Tab.	Tabelle
TGA	Technische Gebäudeausrüstung
TGU	Technischer Generalunternehmer
TGÜ	Technischer Generalübernehmer
u.a.	unter anderem
v. V.	vom Verfasser
vgl.	vergleiche
vs.	versus (lateinisch: gegenüber gestellt)
z.B.	zum Beispiel
z.T.	zum Teil

1 Einführung

1.1 Hintergrund und Zielsetzung

Das Forschungsprojekt am Institut für Technologie und Management im Baubetrieb (TMB) der Universität Karlsruhe (TH) hatte zum Ziel, die Geschäftsprozesse der Projektabwicklung in den Unternehmen der Technischen Gebäudeausrüstung (TGA) zu untersuchen. So existierten bisher für den deutschen Markt keine Untersuchungen zur baubetrieblichen Projektabwicklung und Produktivität der Bauprozesse in der TGA. Mit der Motivation diese Lücke zu füllen, wurden in einer Fallstudienuntersuchung fünf TGA-(General)Unternehmen in der Abwicklung von beispielhaften Großprojekten untersucht. Darin wurden zur Informationserhebung Interviews mit den jeweiligen Schlüsselpersonen in der Projektabwicklung des TGA-Unternehmens (Projektleiter, technische Leiter, Niederlassungsleiter) durchgeführt. So konnte die baubetriebliche Abwicklung von TGA-Projekten aus Sicht des verantwortlich ausführenden Unternehmens und seiner Geschäftsprozesse analysiert und abschließend eine qualitative Aussage über den heutigen Stand in der Ausführungspraxis erzielt werden.

Diese empirische Studie zeichnet im Ergebnis erstmals ein qualitatives Bild über die heutige Projektabwicklung und Geschäftsprozesse der TGA-Unternehmen und skizziert abschließend in Best-Practice-Handlungsempfehlungen den weiteren Pfad der Verbesserung für die Forschung und Praxis.

1.2 Aufbau des Berichts

Mit dem vorliegenden Forschungsbericht werden die Ergebnisse der empirischen Studie zusammengefasst und dokumentiert. Zu Beginn werden mit Kapitel 2 die bisherigen Untersuchungen zur Produktivität und Projektabwicklung in der TGA zusammengefasst, die als Vorverständnis und als Ausgangspunkte für diese Studie gelten.

Nach der Beschreibung der vorgenommenen Fallstudienauswahl und der untersuchten Fallstudienprojekte (Kapitel 3) erfolgt im Hauptteil des Berichts die zusammenfassende Darstellung der Erkenntnisse aus dem Quervergleich der Fallstudien (Kapitel 4). Nach den Geschäftsprozessen der Projektabwicklung gegliedert, wird an dieser Stelle das qualitative Bild der Ausführungspraxis zusammengefasst. Abschließend werden in Kapitel 5 die Ergebnisse der Untersuchung und daraus abgeleitete Best-Practice-Handlungsempfehlungen formuliert und ein Ausblick auf den weiteren Forschungs- und Entwicklungsbedarf gegeben.

Ergänzend wird im Anhang 1 in einem theoretischen Teil die gewählte Forschungsmethodik der empirischen Untersuchung beschrieben. Neben der Einordnung des gewählten Fallstudiendesigns werden die einzelnen Methoden und Verfahrensschritte der Erhebung, Aufbereitung und Auswertung hier erklärt.

2 Untersuchungen zur Produktivität und Projektabwicklung in der TGA – Ausgangspunkte der empirischen Studie

2.1 Ausgangslage

Bei Beginn der Untersuchung zeichnete sich schnell ab, dass der baubetrieblichen Abwicklung der Projekte und insbesondere der Gestaltung der Geschäftsprozesse des TGA-Unternehmens bisweilen wenig Beachtung in Forschung und Praxis geschenkt wurde. Eine umfassende Recherche der Fachliteratur im deutschsprachigen Raum führte zu keinen relevanten Veröffentlichungen. Mit Ausweitung der Recherchen auf internationale Quellen zeigte sich schließlich, dass alleinig die Forschungsinitiative „M&E Site Productivity“ der BSRIA der Zielrichtung dieser Untersuchung entsprach. Die BSRIA - The Building Services Research and Information Association - ist eine führende englische TGA-Branchenorganisation in Forschung und Beratung. Die Ergebnisse dieser Untersuchung stellen das Vorverständnis und den Ansatzpunkt für die vorliegende Fallstudienuntersuchung dar.

2.2 Überblick über die BSRIA-Forschungsinitiative

Die Forschungsinitiative der BSRIA stand im Hintergrund eines Regierungsprogramms zur Umgestaltung und Produktivitätssteigerung der Bauproduktion in Großbritannien [Latham 1994; Eagen 1998], das bis heute in der „Constructing Excellence“-Initiative national fortbesteht [Constructing Excellence 2006].

Der Startpunkt war das Forschungsprojekt „Improving M&E Site Productivity“ der BSRIA [Hawkins 1997], in dem in Fallstudienuntersuchungen sieben TGA-Projekte analysiert und verglichen wurden. Hierbei wurden einzelne Erfolgsfaktoren zur Steigerung der Produktivität in den Projekten zunächst entwickelt und durch Felduntersuchungen im Rahmen der Fallstudien überprüft. Als Ergebnis wurden aus der Untersuchung 63 Best-Practise-Handlungsempfehlungen für die Vorbereitung (Planung u. Arbeitsvorbereitung) und Ausführung von M&E Projekten abgeleitet. Diese konnten den folgenden 10 Kategorien zugeordnet werden: Vertragsstrategie, Baustrategie, Planung, Projektorganisation, Arbeitsvorbereitung, Baustelleneinrichtung, Beschaffung und Logistik, Baustellensteuerung, Ordnung und Sauberkeit sowie Installationsprozesse. Das Ziel dieser formulierten Hand-

lungsempfehlungen war es erstens, Verschwendungen in der Abwicklung zu vermeiden und zweitens, die Produktivität der wertschöpfenden Tätigkeiten durch Einsatz neuer Technologien und Verfahrensweisen zu optimieren.

Daraus lässt sich die in den folgenden Jahren eingeschlagene Strategie der BSRIA zur Erzielung der Produktivitätssteigerung anhand des nachfolgenden Diagramms zusammenfassen:

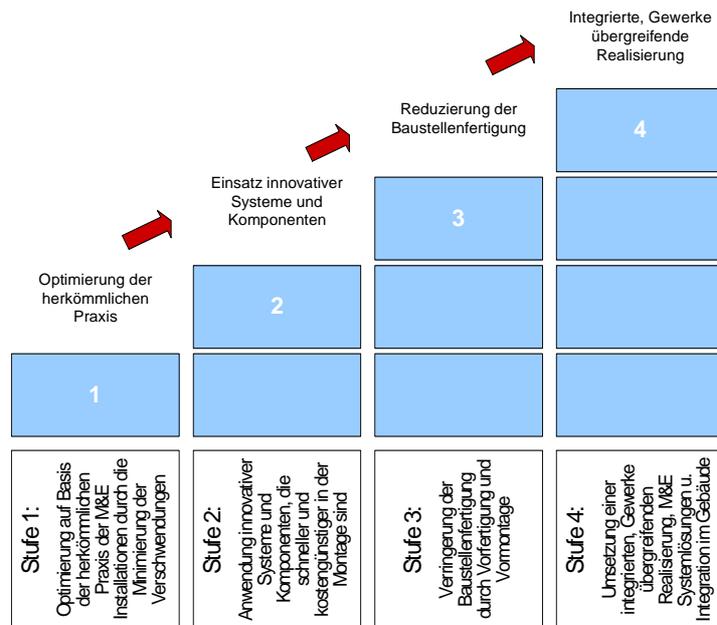


Abb. 1: Strategie zur Erzielung von Produktivitätssteigerungen [Wilson 2000] (v. V. übersetzt)

Aufbauend beschäftigte sich die Initiative der BSRIA in zwei Projekten mit dem Einsatz von Vorfertigung und Vormontage als auch mit der Frage der Umsetzung und Evaluierung innovativer Lösungen und Produkte in der M&E-Installationspraxis.

Im Projekt „Prefabrication and Preassembly“ [Wilson 1999] war es das Ziel, Leitlinien für Fachplaner, Ausführende und Auftraggeber zur Umsetzung von Vorfertigung und Vormontage zu entwickeln und deren Einsatzmöglichkeiten und wirtschaftlichen Vorteil zu verbreiten. Dabei wurden in Praxisfallbeispielen die konventionelle Montagepraxis einer Vorfertigungs- oder Vormontagelösung gegenübergestellt und verglichen.

In einem weiteren Projekt „Innovative M&E Installation“ wurde zunächst der Umgang mit Innovationen in der Branche untersucht. Hierbei wurden Barrieren von Innovationen bei Auftraggebern, Fachplanern und Ausführenden erfasst und notwendige praxisgerechte Handlungen zu deren Überwindung und zur Umsetzung von Innovationen empfohlen [Wilson 2000]. Neben diesen Grundlagen des Innovationsmanagements wurden in einem zweiten Teil technische und bauorganisatorische Innovationen evaluiert und der bestehenden TGA-Installationspraxis gegenübergestellt und bewertet [Dicks 2002].

In dem abschließenden Projekt „Site Productivity – 2002“ wurden vier Beispielprojekte untersucht, in denen ein Teil der Best-Practise-Handlungsempfehlungen der ersten Studie [Hawkins 1997] umgesetzt wurden. Ziel war es, mit Referenz zur ersten Untersuchungsreihe die Auswirkungen der einzelnen umgesetzten Handlungsempfehlungen im realen Umfeld auf den Baustellen zu evaluieren [Hawkins 2002].

2.3 Ansatzpunkte für die Fallstudienuntersuchung

Die Fallstudienuntersuchung hat zum Ziel, die baubetriebliche Abwicklung von Großprojekten der Gebäudetechnik aus Sicht des verantwortlichen TGA-Unternehmers und seiner Geschäftsprozesse zu analysieren. Die Ergebnisse der BSRIA-Forschungsinitiative geben hierfür zunächst ein globales Vorverständnis über eine rationellere Projektabwicklung und über bestehende Innovationen und Lösungsansätze in Technik und Bauorganisation der TGA-Gewerke. Im Speziellen knüpft diese vorliegende Untersuchung vor allem an den Ergebnissen der Studie „Improving M&E Site Productivity“ [Hawkins 1997] an. Zum einen wird in der Strukturierung und Aufbereitung der Forschungsfrage auf die Kategorien und Geschäftsprozessstruktur dieser Studie zurückgegriffen. Zum anderen wurden die darin formulierten Erfolgsfaktoren und abgeleiteten Handlungsempfehlungen zur Produktivitätssteigerung in den Fragestellungen der Untersuchung aufgenommen. So wird gleichzeitig überprüft, ob und wie diese Ergebnisse von den TGU im deutschen Markt bis heute berücksichtigt wurden. In Anlehnung an diese Studie wird mit den Erkenntnissen der Fallstudienuntersuchung das Bild der Projektabwicklung in der TGA vervollständigt.

3 Fallstudienbeschreibung

3.1 Fallstudienauswahl und Klassifizierungskriterien

Die einzelnen Fälle der Fallstudienuntersuchung sind mit den definierten Selektionskriterien (vgl. Anhang A1-1.3.2) bestimmt worden. Hierbei korreliert die Auswahl der Fallstudienprojekte mit den jeweiligen ausführenden Unternehmen. So werden die betrachteten TGA-Großprojekte in aller Regel durch eines der „großen“ TGA-Unternehmen im Markt realisiert. Die Fallstudie ist zum einen durch das ausführende TGA-Unternehmen und zum anderen durch ihr beispielhaft gewähltes Großprojekt definiert.

Die Unternehmenswahl ist maßgeblich durch die Selektionskriterien festgelegt und fixiert. So mussten die TGA-Unternehmen als Gesamtleistungsanbieter am Markt präsent sein, d.h. sie besitzen die Planungskompetenz, um Projekte auch in Eigenregie als technische Generalübernehmer (TGÜ) zu übernehmen, und die Ausführungskompetenz, um Projekte

als technischer Generalunternehmer (TGU) zu realisieren. In den Großprojekten ist es ihr strategisches Ziel, als TGU federführend diese abzuwickeln.

Die Auswahl der einzelnen Unternehmen setzt sich aus dem Feld der „großen“ TGA-Unternehmen am deutschen Markt zusammen. Alle beteiligten Unternehmen sind dezentral organisiert und besitzen ein nationales Niederlassungsnetz. Die Differenzierung der beteiligten Unternehmen nach weiteren Kriterien, wie Unternehmenskennzahlen und Organisationsstruktur, ist für die Zielsetzung der Untersuchung nicht relevant und wurde hier nicht weiter betrachtet.

Zur Unterscheidung der einzelnen Fallstudien werden die jeweiligen beispielhaften Fallstudienprojekte im Folgenden beschrieben und unterschieden.

3.2 Beschreibung der Fallstudienprojekte

3.2.1 Fallbeschreibung Projekt A

Im Fallstudienprojekt A handelt es sich um einen Neubau eines Rechenzentrums. Das befragte Unternehmen war in diesem Projekt mit den Einzelgewerken Klimatechnik und Sanitär beauftragt worden. Hierbei erfolgte die Beauftragung auf Basis einer konventionellen Ausschreibung mit Leistungsverzeichnis und Ausführungsplanung. Das TGA-Unternehmen ist so in klassischer Weise in das Projekt durch den AG eingebunden worden. Das Unternehmen A wurde hierbei direkt vom Bauherrn als Technikunternehmer für die beiden Einzelgewerke beauftragt. Das Auftragsvolumen der gesamten technischen Gebäudeausrüstung betrug 3,5 Mio. €. Die Gesamtbaukosten des Projekts betrugen 10 Mio. €. Der prozentuale Anteil der TGA kann so auf 35 % beziffert werden.

Die Besonderheit in diesem Projekt lag vor allem in den hohen technischen Anforderungen und dem großen Umfang an technischen Installationen in dieser Sonderimmobilie Rechenzentrum.

Das Projekt wurde durch die regionale Niederlassung des Unternehmens vollständig und verantwortlich abgewickelt.

3.2.2 Fallbeschreibung Projekt B

Im Fallstudienprojekt B wurde der Neubau eines repräsentativen Verwaltungsgebäudekomplexes mit hohem Ausbaustandard realisiert. Das TGA-Unternehmen wurde im Projekt als TGU für die Erstellung der gesamten technischen Installationen beauftragt. Diese Beauftragung erfolgte auf Basis einer konventionellen Leistungsbeschreibung mit

Leistungsverzeichnis und Ausführungsplanung. Der Projekteintritt des TGU erfolgte so in klassischer Form. Das Auftragsvolumen der TGA betrug letztlich 55 Mio. € bei Gesamtbaukosten von 200 Mio. €. Dies ergibt einen prozentualen TGA-Anteil von 27,5 %.

Das TGA-Projekt zeichnet sich durch den hohen repräsentativen Ausbaustandard, der Umsetzung einer Niedrigenergiebauweise und der sehr großen Grundfläche des Gebäudekomplexes aus.

Das Projekt wurde weitestgehend aufgrund der Größe vor Ort durch eine Projekt- und Bauleitung abgewickelt.

3.2.3 Fallbeschreibung Projekt C

Beim Fallstudienprojekt C handelt es sich um den Um- und Erweiterungsbau eines Bürogebäudekomplexes einer Bank. Die gesamte Gebäudetechnik wurde an ein Konsortium Technik bestehend aus HLS und Elektro vergeben. Das befragte Unternehmen war für die Erstellung der HLS-Gewerke im Konsortium verantwortlich. Die Beauftragung erfolgte auf Basis einer konventionellen Leistungsbeschreibung mit Leistungsverzeichnis und Ausführungsplanung. Das TGA-Unternehmen C als Teil des Technik-Konsortiums wurde als Nachunternehmer eines Generalunternehmers „Schlüselfertigbau“ beauftragt. Das Auftragsvolumen der TGA betrug 20 Mio. €. Bei Gesamtbaukosten von 150 Mio. € ergibt dies einen prozentualen Anteil der Technik von 13,3 %.

Das TGA-Unternehmen C wickelte das Projekt in einer internen Zusammenarbeit zweier Niederlassungen ab.

3.2.4 Fallbeschreibung Projekt D

Das Fallstudienprojekt D umfasst den Um- und Erweiterungsbau eines Klinikgebäudes. Das Gesamtpaket der Gebäudetechnik inklusive dem Gewerk „Medizinische Gase“ wurde an das befragte Unternehmen vergeben. Die Beauftragung und der Projekteintritt erfolgten klassisch auf Basis einer konventionellen Leistungsbeschreibung und Ausführungsplanung. Das Unternehmen ist Nachunternehmer eines Generalunternehmers „Schlüselfertigbau“. Das Auftragsvolumen der TGA betrug 5 Mio. € bei Gesamtbaukosten von 35 Mio. €. Dies ergibt einen Technikanteil von 14,3 %.

Das Projekt wurde durch die regionale Niederlassung des Unternehmens vollständig und verantwortlich abgewickelt.

3.2.5 Fallbeschreibung Projekt E

Im Fallstudienprojekt E wurde ein repräsentativer, architektonisch auffallender Neubau eines Museumsgebäudes realisiert. Das untersuchte Unternehmen war hier federführend als TGU für das Gesamtpaket Technik beauftragt worden. Die Beauftragung erfolgte auf Basis einer konventionellen Leistungsbeschreibung mit Leistungsverzeichnis und Ausführungsplanung. Das Unternehmen E wurde vom Bauherrn direkt für die Erstellung der gesamten Gebäudetechnik beauftragt. Das Auftragsvolumen TGA betrug 14 Mio. €. Bei Gesamtkosten von 150 Mio. € ergibt sich ein Technikanteil von 9,3 %.

Der Neubau zeichnet sich besonders durch seine herausragende Architektur und seinen repräsentativen Ausbaustandard aus.

Das Projekt wurde durch die operative Hauptzentrale des Unternehmens C vor Ort vollständig und verantwortlich abgewickelt.

3.2.6 Übersicht der Fallstudienprojekte

Die erläuterten Projektmerkmale der Fallstudienprojekte sind zum Quervergleich in Tab. 1 übersichtlich zusammengefasst:

	Fallstudienprojekte				
	Projekt A	Projekt B	Projekt C	Projekt D	Projekt E
Projekttyp	Rechenzentrum Neubau	Verwaltungsgebäude- komplex Neubau	Bürogebäudekomplex Um- und Erweiterungsbau	Klinikgebäude Um- und Erweiterungsbau	Museumsgebäude Neubau
Beauftragung	Einzelgewerke K - S ¹	TGU ²	TGU ²	TGU ²	TGU ²
Projekteintritt TGA	Konventionelle Leistungsbeschreibung ³				
Vertrags- konstellation	Bauherr (Einzelvergabe als Technikunternehmer)	Bauherr (ARGE-TGU)	GU Schlüsselfertigbau (Nachunternehmer)	GU Schlüsselfertigbau (Nachunternehmer)	Bauherr (TGU-Vergabe)
Auftragsvolumen TGA (gesamt) in Mio €	3,5	55	20	5	14
Gesamtbaukosten in Mio €	10	200	150	35	150
Kostenanteil TGA in %	35,0%	27,5%	13,3%	14,3%	9,3%
Legende: ¹ Klimatechnik und Sanitär ² TGU (technischer Generalunternehmer): die gesamte Gebäudeausrüstung wurde als Paket beauftragt. ³ Die Beauftragung / der Projekteintritt erfolgte auf Basis einer konventionellen Ausschreibung mit Leistungsverzeichnis und Ausführungsplanung. Im Gegensatz stände eine funktionale Ausschreibung auf Basis der Entwurfsplanung (funktionale Ausschreibung Typ 1) oder eine funktionale Ausschreibung auf Basis einer Grundlagen- / Vorplanung (funktionale Ausschreibung Typ 2, d.h. Eigenplanung).					

Tab. 1: Übersicht der Fallstudienprojekte

4 Cross-Case-Auswertung – Projektabwicklung und Geschäftsprozesse

4.1 Vorbemerkungen

Nach der Darstellung der methodischen Grundlagen der empirischen Untersuchung wird mit Kapitel 4 das gesuchte qualitative Bild der Geschäftsprozesspraxis in der Projektabwicklung des TGU beschrieben. Es stellt so den Kern der Untersuchungsergebnisse und dieses Berichts dar. Das hier skizzierte Bild der Geschäftsprozesspraxis basiert auf dem Quervergleich der getätigten Einzelfallstudien und getroffenen Aussagen der Interviewpartner. An dieser Stelle wurde die getroffene Strukturierung der Untersuchung in den Geschäftsprozessebenen und identifizierten Kategorien und Einzelthemen beibehalten und das Kapitel 4 analog gegliedert. In den Einzelthemen wurden in einem ersten Teil die identifizierten Merkmale der Geschäftsprozesspraxis dargestellt. Sie stellen die in der Auswertung gewonnenen Erkenntnisse aus dem Vergleich der Einzelfälle und -aussagen dar. Unterscheiden sich die Aussagen aus dem Quervergleich, sind die Merkmale nicht eindeutig aus den getroffenen Aussagen und dem Vorverständnis ableitbar oder sollen unterschiedliche Aussagen besonders betont werden, wurden durch Quellenangaben auf Einzelaussagen der durchgeführten Interviews verwiesen. Diese Quellenangaben entsprechen der Kodierung gemäß Abb. 6 (vgl. Anhang 1).

Die identifizierten Merkmale wurden anschließend zusammengefasst und als Hypothesen formuliert (Zusammenfassung/Hypothesen). Sie umschreiben in Kurzform das gesuchte qualitative Bild der Geschäftsprozesse in der Projektabwicklung und bilden ein Ergebnis der vorliegenden Untersuchung (vgl. Kap. 5).

4.2 Vertrags- und Vergabestrategie

4.2.1 Projekteintritt

Identifizierte Merkmale

In den Fallstudien erfolgte durchgehend der Projekteintritt auf Basis einer konventionellen Ausschreibung mit Planungsstand der Ausführungsplanung und Leistungsbeschreibung mittels Leistungsverzeichnis. Im Gegensatz stünde eine funktionale Ausschreibung auf Basis der Entwurfsplanung (funktionale Ausschreibung Typ 1) oder eine funktionale Ausschreibung auf Basis einer Grundlagen-/Vorplanung (funktionale Ausschreibung Typ 2, d.h. Eigenplanung).

Der Projekteintritt des TGA-Unternehmens und dessen einhergehender Handlungsspielraum ist maßgeblich durch die Form der Beauftragung des AG bestimmt. Hier lassen sich an dieser Stelle folgende Tendenzen zusammenfassen:

- Einzelvergabe – meist Ausführungsplanung (konventionelle Ausschreibung)
- Generalunternehmervergabe Technik – meist Entwurfsplanung (funktionale Ausschreibung Typ 1)
- Generalübernehmervergabe Technik – meist komplette Planungsleistung (funktionale Ausschreibung Typ 2)

Die konventionelle Ausschreibung der Leistungen auf Basis der Ausführungsplanung und LV herrscht heute noch vor.

Die schließlich in den Fallstudienprojekten vorgefundenen Vertragskonstellationen waren unterschiedlich und abhängig von der Vergabestrategie des Bauherren (Einzelvergabe der Gewerke [Fall 1] oder als TGU [Fall 5], schlüsselfertige Erstellung des Gesamtprojekts durch GU SFB [Fall 3 u. 4] oder in Arbeitsgemeinschaft (ARGE) [Fall 2]) als auch teilweise vom Verlauf der Ausschreibung und Vergabe in den Projekten [2.22.1].

Zusammenfassung/Hypothesen

Der Projekteintritt des TGA-Unternehmens ist abhängig von der Strategie der Ausschreibung und Vergabe der Bauleistungen der Bauherren. Hier kann im Wesentlichen unterschieden werden:

- Einzelvergabe basierend auf einer konventionellen Ausschreibung anhand der Ausführungsplanung
- Generalunternehmervergabe Technik basierend auf einer funktionalen Ausschreibung anhand der Entwurfsplanung (Typ 1)
- Generalübernehmervergabe Technik basierend auf einer funktionalen Leistungsbeschreibung anhand des Raumkonzepts (Typ 2)

Der TGU strebt die möglichst frühzeitige Beteiligung mit gleichzeitig größerem Handlungsspielraum an, jedoch wird er heute trotz allem zum überwiegenden Teil auf Basis konventioneller Ausschreibungen mit LV und Ausführungsplanung beauftragt.

4.2.2 Auftragsarten und -struktur in den Unternehmen

Identifizierte Merkmale

Alle untersuchten Unternehmen der Fallstudien bearbeiten am Markt Aufträge als Einzelgewerk-Auftrag, Technischer Generalunternehmer und Technischer Generalübernehmer (d.h. Abwicklung der Projekte inkl. der vollständigen Planungsleistungen). Aus der Befragung konnte keine generelle Auftragsverteilung am Markt erschlossen werden. Die genannten Anteile der einzelnen Auftragsarten sind unternehmensspezifisch und abhängig vom Akquisitionsumfeld der einzelnen Unternehmen (u.a. Anteil an Stammkunden, Marktsegmente, Anteil der Großprojekte etc.).

Die Aufträge als Einzelgewerkvertrag oder als Technischer Generalunternehmer (TGU) haben den größten Anteil am Markt. Aufträge als Technischer Generalübernehmer (TGÜ) werden meist nur für kleinere bis mittlere Projekte von Stammkunden an die Unternehmen vergeben. Ein Anteil hierfür von 20 % am Gesamtumsatz wurde beispielsweise von zwei befragten Unternehmen angegeben [1.31.3; 3.31.4; 3.31.5].

Aufträge als „Gesamt-GÜ“, d.h. federführende Planung und schlüsselfertige Erstellung mit Weitervergabe der Roh- und Ausbaugewerke, werden in der Regel nur in Einzelfällen im Großanlagenbau oder bei Projekten mit Technikanteilen über 50 % (z.B. Chipfabriken, Anlagen der Reinraumtechnik) abgewickelt. Diese waren für die Unternehmen wirtschaftlich sehr erfolgreich [1.31.4; 5.31.4]. Ein Grund für das dennoch geringe Engagement als Generalunternehmer mag unter den heutigen Marktbedingungen auch im hohen Vertriebsaufwand beim Kunden liegen [2.31.1].

Im hier betrachteten Segment der Großprojekte zeigt sich, dass bedingt durch die Vergabestrategie der Bauherren projektspezifisch die Technik als Gesamtpaket oder in Einzelpaketen beauftragt wird. Hierfür entscheidend ist, ob der Bauherr die schlüsselfertige Erstellung an einen GU „Schlüsselfertigbau“ bevorzugt oder die Gewerke einzeln vergibt. Dabei ist ein allgemeiner Trend zur schlüsselfertigen Erstellung im Bauwesen zu beobachten. Der klassische Rohbauunternehmer dominiert heute dieses Segment des Schlüsselfertigbaus (SFB) und agiert federführend als Generalunternehmer SFB in den Projekten.

Die Stellung des Technikunternehmens in der Vertragskonstellation ist meist abhängig von dem Technikanteil des Projekts. So ist bei üblichen Anteilen in Hochbauprojekten (8-15 % [5.31.5]) das Gewicht des Technikunternehmens zu gering und eine Beauftragung als Nebenunternehmer (durch den AG) und zunehmend als Nachunternehmer (des GU SFB) die Regel. In Projekten mit erhöhten Technikanteilen (30-40 % [4.31.3; 5.31.5]; vgl. Projekt-

fallstudien A und B - Projektklassifikation) ist ein höheres Gewicht durch Einzelvergabe durch den Bauherren oder in Konstellation einer Arbeitsgemeinschaft üblich.

Zusammenfassung/Hypothesen

In Großprojekten haben ausgehend von der geläufigen Vergabestrategie der Bauherren und des projektspezifischen Technikanteils heute die Rohbauunternehmen als Generalunternehmer „Schlüsselfertigbau“ die führende Rolle inne. Die Technikunternehmen stehen in direkter (Nachunternehmer) oder indirekter (Nebenunternehmer) vertraglicher Abhängigkeit.

Aufträge als Technischer Generalübernehmer (inkl. kompletten Planungsleistungen) werden meist nur für kleinere bis mittlere Projekte abgewickelt, in denen bereits eine lange Kundenbeziehung existiert.

Die Abwicklung von Projekten als Gesamt-Generalübernehmer mit Untervergabe des Roh- und Ausbaus erfolgte bisweilen nur in Ausnahmefällen bei sehr hohen Technikanteilen (Großanlagenbau/Reinraumtechnik - Chipfabriken etc.).

4.2.3 Eigenleistungen vs. Nachunternehmerleistungen

Identifizierte Merkmale

Alle untersuchten TGA-Unternehmen gaben an, dass für ihre Kompetenzgewerke die Werk- und Montageplanungen immer in Eigenleistung erstellt werden. Jedoch ist es nach den Ergebnissen der Befragung sehr unternehmensspezifisch, ob für alle anderen Gewerke, die nicht zu den eigenen Kompetenzgewerken gehören, die Montageplanung in Eigenleistung durchgeführt oder an Nachunternehmer mit vergeben wird. Hier konnten die folgenden unterschiedlichen Vorgehensweisen beobachtet werden:

- „Grundsätzlich werden alle Leistungen der Planung und Arbeitsvorbereitung in Eigenleistung erbracht, dies gilt auch für technisch komplexe Gewerke mit z.T. Systemanbietern am Markt (z.B. MSR) [5.32.2].“
- „Nur in unseren eigentlichen Kompetenzgewerken erstellen wir die Planungsleistungen in Eigenleistung; in allen anderen Gewerken werden die Leistungen inkl. der Montageplanungen an Nachunternehmer vergeben [2.32.4].“
- „Mit Ausnahme von technisch komplexeren Gewerken (z.B. MSR, medizinische Gase), in denen unterschiedliche Systemlösungen und deren Systemanbieter am Markt existieren, erarbeiten wir die technische Planung in Eigenleistung [4.32.4].“

Alle Unternehmen agieren in den untersuchten Großprojekten als „TGA-Projektmanager“ [1.32.2; 2.32.2; 3.32.2; 5.32.3]. Mit einer personellen Besetzung in der Projekt- u.

Teilprojektleitung, der technischen Bearbeitung und Arbeitsvorbereitung sowie Bauleitung (besetzt durch bauleitende Monteure) planen, leiten und steuern die Unternehmen die Projekte. Die reinen Montageleistungen werden in jedem Fall durch Nachunternehmerleistungen erbracht.

In der Befragung genannte und übertragbare Gründe liegen wesentlich in der Marktsituation, in der nur mit geringeren Personalkosten der Nachunternehmer die Projekte durchgeführt werden können [3.32.2]. Vergleichbar mit den Bauunternehmen spiegelt sich hier die Entwicklung zum reinen „Projektmanagement“ der Baustellen wider. Eigene Personalkapazitäten im gewerblichen Bereich wurden in den vergangenen Jahren abgebaut und heute meist nur in kleinen Projekten oder im Geschäftszweig Anlagenwartung eingesetzt [4.32.5].

Zusammenfassung/Hypothesen

In Großprojekten agieren die Unternehmen als „TGA-Projektmanager“, d.h. sie planen, leiten und steuern die Projekte und vergeben grundsätzlich alle Montageleistungen an Nachunternehmer.

Die technischen Bearbeitungen (Werk- und Montageplanung) werden für eigene Kompetenzgewerke in der Regel in Eigenleistungen, für alle anderen Gewerke unternehmensspezifisch von grundsätzlich in Eigenleistung bis hin zur vollständigen Weitervergabe an Nachunternehmer der Montage realisiert.

4.2.4 Nachunternehmerkooperationen

Identifizierte Merkmale

Grundsätzlich setzen die Unternehmen auf langfristige Kooperationen mit Nachunternehmern.

Wie stark diese Kooperationen mit Nachunternehmer ausgeprägt sind, ist bei den befragten Unternehmen unterschiedlich. Die Spanne geht hierbei von „50 % der Aufträge“ [1.33.1; 2.33.2], über „in aller Regel“ [3.33.1; 4.33.1] bis zu „ausschließlich“ [5.33.1].

Die intensivste Kooperation sieht so aus, dass die Nachunternehmer vertraglich über Rahmenverträge fest gebunden sind und deren fixierte Einheitspreise für die eigene Kalkulation zur Verfügung stehen. Wesentlicher Grund für diese feste Zusammenarbeit liegt an dem unternehmensspezifisch hohen Auftragsanteil von Stammkunden. Hier ist die Verlässlichkeit und Kundenzufriedenheit für dieses Unternehmen entscheidend [5.33.1; 5.33.2].

Besonders in technisch anspruchsvollen und/oder terminkritischen Projekten wird meist auf bekannte Nachunternehmer zurückgegriffen. Es gilt hierbei jedoch, dass immer das veranschlagte Budget aus der Vergabe und der Preis des Nachunternehmers zusammenpassen.

Als generelle Vorteile wurden hier genannt, dass die Ausführungsqualität bekannt ist, der Koordinationsaufwand für die eigene Projekt- und Bauleitung geringer ist und die Projekte kooperativer und verlässlicher abgewickelt werden.

Zusammenfassung/Hypothesen

Langfristige Nachunternehmerkooperationen werden heute von den Unternehmen überwiegend bereits gepflegt. Die Einsatzspanne bewegt sich von 50 % der Nachunternehmeraufträge bis zur ausschließlichen Beauftragung aus einem Pool kooperierender Nachunternehmer.

Vorteile liegen in einer bekannten Qualität, einem geringeren Koordinationsaufwand für die eigene Projektbearbeitung und -leitung, der kooperativen Abwicklung und Verlässlichkeit. Dies zahle sich nach Aussagen der Befragten besonders in technisch anspruchsvollen und/oder terminkritischen Projekten für den TGU aus.

4.3 Projektorganisation und Personal

4.3.1 Personelle Projektorganisation

Identifizierte Merkmale

Die personelle Projektorganisation in den untersuchten Fällen entspricht weitestgehend dem folgenden Grundstandard und variiert nur entsprechend der Projektgröße, die von den Unternehmen abgewickelt werden:

Ein Projektleiter (Ingenieur) leitet verantwortlich das Projekt. Der kaufmännische Bereich wird durch einen kaufmännischen Leiter geleitet. Bei Großprojekten werden die einzelnen Gewerke aufgeteilt und durch verantwortliche Teilprojektleiter geleitet. In der technischen Bearbeitung (Planung/Arbeitsvorbereitung) werden die Teilprojektleiter durch Techniker unterstützt. Vor Ort auf den Baustellen erfolgt die Bauorganisation der Montagen durch eigene bauleitende Monteure. Ihnen sind die Nachunternehmer unterstellt.

In einzelnen Fällen wich die Projektorganisation vom hier formulierten Grundstandard der Projektorganisation ab:

- Die Projektleitung wurde durch einen Ingenieur ständig vor Ort anstelle der üblichen Leitung aus der Niederlassung heraus durchgeführt [4.111.1; 4.11.2].

- Aufgrund der Projektgröße erfolgte die gesamte Projekt- und Bauleitung vor Ort auf der Baustelle [2.111.2].
- Es wurde durch die Projektgröße zusätzlich ein Termincontroller in einer Stabfunktion eingesetzt [2.111.2].

Zusammenfassung/Hypothesen

Bis auf geringe Abweichung besteht die Projektorganisation von Großprojekten im Kern aus Projektleitung, kaufmännische Leitung, Teilprojektleitung und technischen Sachbearbeitern der Gewerke sowie aus bauleitenden Monteuren zur Baustellenorganisation und Koordination der Montagearbeiten auf den Baustellen.

Die Projektleitung erfolgt hier - anders als im Rohbau üblich - auch bei großen Projekten vielfach aus den Niederlassungen heraus und nicht ständig vor Ort [5.11.2].

4.3.2 Mitarbeiter als Träger der kontinuierlichen Verbesserung im Unternehmen

Identifizierte Merkmale

Die Untersuchung zeigt zunächst kein einheitliches Bild, mit welchen Konzepten und Methoden die Mitarbeiter in die kontinuierliche Verbesserung im Unternehmen eingebunden sind. Als Basis für alle untersuchten Fälle steht das einvernehmliche Verständnis, dass die Mitarbeiter die zentrale Rolle spielen, um Verbesserungen im Unternehmen zu initiieren und umzusetzen. Dies leitet sich indirekt aus dem durchgängig genannten Einsatz von regelmäßigen Schulungen der Mitarbeiter ab.

Es existieren jedoch unternehmensspezifische Ansätze, die von der am häufigsten genannten nur ungeplanten individuellen-initiativen [3.112.1; 4.112.2; 1.112.2] bis zur selteneren organisatorisch-verankerten Verbesserung [5.112.1] in den Projektentwicklungsprozessen variieren:

- Auf der Managementebene wurde in einem Fall von strategisch ausgerichteten Verbesserungsgesprächen auf der Bereichs- und Niederlassungsleiterenebene berichtet [1.112.1].
- In der Ebene des einzelnen operativen Unternehmensbereichs (Niederlassung) wurde beispielhaft von der Umsetzung von „regelmäßigen, wöchentlichen Gesprächsrunden der Bau- und Projektleiter zum Erfahrungsaustausch und Diskussion von Verbesserungsmöglichkeiten“ berichtet [1.112.4].

- In einem zweiten Fall wird mit einem Schulungskonzept in Workshops auf Basis entwickelter Verfahrenshandbücher für Projekt- und Bauleiter mit Praxis-Fallstudien der Verfahrensstandard nicht nur geschult sondern aktiv weiterentwickelt [2.112.2].
- Weiteres spezifisches Beispiel ist ein installiertes Vorschlagswesen, in dem auftretende Probleme und Verbesserungsvorschläge durch die Obermonteure und Bauleiter in einem Berichtswesen erfasst, durch Projektleiter monatlich bewertet und ggf. Verbesserungsmaßnahmen festgelegt werden [5.112.; 5.112.2].

Bei diesen exemplarischen Beispielen wurden durchgehend positive Erfahrungen gemacht und jeweils ein gutes Aufwand-Nutzen-Verhältnis von den Befragten testiert [1.112.4; 5.112.2].

In den meisten Fällen aber ist ein Verbesserungsprozess nicht in der Unternehmens- und Projektorganisation verankert und es obliegt dem sporadischen Engagement der einzelnen Beteiligten (Bauleiter, Projektleiter, Sachbearbeiter), individuelle Verbesserungsvorschläge vorzuschlagen als auch individuell ohne feste Verfahrensweise direkt umzusetzen.

Auf der Ebene der Baumontage auf den Baustellen ist durch die konsequente Auslagerung der Montagearbeiten an Nachunternehmer der Verbesserungsprozess durch die vertragliche Abgrenzung behindert.

Zusammenfassung/Hypothesen

Die zentrale Rolle der Mitarbeiter von den Ebenen der Projektleitung bis zum gewerblichen bauleitenden Monteur zur Verbesserung der Projektabwicklung im Unternehmen ist durchgehend anerkannt. Dies bestätigt sich indirekt bei den befragten Unternehmen durch die existierenden Schulungskonzepte zur Entwicklung des Personals.

Ein generelles Bild, wie Mitarbeiter aktiv in den Verbesserungsprozess der Projektabwicklung und Geschäftsprozesse eingebunden werden, existiert nicht. Die Bandbreite zwischen den untersuchten Unternehmen variiert von nicht existierenden organisatorischen Strukturen, d.h. reinen sporadischen, individuellen unkoordinierten Verbesserungsinitiativen, bis zu ersten organisatorisch verankerten Verbesserungskonzepten als Ansätze eines „Kontinuierlichen Verbesserungsprozess (KVP)“-Konzepts.

Bei bereits umgesetzten Maßnahmen zur organisatorischen Einbettung eines Verbesserungsprozesses wurde überwiegend über positive Erfahrungen von den Befragten berichtet.

4.4 Baustrategie – Vorfertigung und Vormontage

4.4.1 Einsatz von Vorfertigung/Vormontage

Exkurs – Definition von Vorfertigung und Vormontage

Die Befragung bestätigt zunächst, dass ein unterschiedliches Verständnis von den Begriffen und Methoden Vorfertigung und Vormontage besteht. Zur Abgrenzung der Ergebnisse werden die folgenden Definitionen getroffen:

Vorfertigung: Der Begriff der Vorfertigung stammt aus der Bautechnik (Fertigteilbauweise, Montagebauweise) und beschreibt eine industrielle Werkstattfertigung als Vorläufer der eigentlichen Baustellenfertigung. In der Haustechnik werden darunter meist auch Fertiginstallationen verstanden. Je nach Grad der Vorfertigung werden beispielsweise in der Sanitärinstallation zwischen vorgefertigten Rohrkombinationen, Installationsblöcken mit integrierten Leitungs- und Sanitärbauteilen sowie Installationszellen unterschieden. [Brockhaus 2002]. Vorfertigung soll in dieser Untersuchung als die „industrielle“ Fertigung von Baugruppen, Modulen oder Zellen durch die Zulieferindustrie oder in eigener Werkstattfertigung definiert werden. Die Planung und Fertigung ist projektspezifisch. Als Beispiele wären zu nennen: Verteilertrassen, Lüftungsschächte, Steigleitungsmodule, Vorwand-Installationen etc.

Vormontage: Der Begriff Vormontage bezeichnet im Allgemeinen zunächst einen Fertigungsschritt von Bauteilen oder Endprodukten in der Montage einer industriellen Fertigung. In Bezug auf die Bauproduktion wird in dieser Untersuchung die Vormontage als das Zusammenfügen von Standard-Bauteilen oder Baugruppen einzelner Zulieferer (Industrieprodukte) zu größeren Bauelementen/-einheiten auf den Baustellen oder in Werkstätten definiert. Sie stellt so eine Vorstufe der eigentlichen Baumontage dar. Als Beispiele wären zu nennen: Vormontierte Heizkörpergruppen (Heizkörper inkl. Thermostat und Anschlussleitungen) [1.41.4], Verbindungs- und Verteilleitungen in Zentralen [4.41.5].

Identifizierte Merkmale

Aus der Befragung kann nur eine Größenordnung für den Einsatz von Vorfertigung/Vormontage im Hochbau von 5-10 % des Auftragsvolumens abgeleitet werden. Diese ist in einer weitergehenden Quantifizierung noch zu verifizieren, um letztlich auch aussagekräftig zu sein. In 3 von 5 Fällen lagen jedoch die Angaben in dieser Spanne.

Die Vorfertigung/Vormontage wird heute als zu gering und ein höherer Vorfertigungsgrad auf den Baustellen im Allgemeinen als vorteilhaft von den Unternehmen eingestuft [4.11.3; 5.11.4].

Grundsätzlich ist aber der Einsatz der Vorfertigung sehr projektspezifisch [1.11.2; 4.41.4] und vor allem abhängig von der Planungsvorgabe, dem Projekteintritt, den beauftragten Gewerken und der zur Verfügung stehenden Planungszeit zur technischen Bearbeitung. So wurde in den betrachteten Fällen zum einen die Vorfertigung/Vormontage z.T. überhaupt nicht eingesetzt; die Planungszeiten waren durch den späten Projekteintritt zu gering [3.41.1]. Zum anderen wurden neben den am Herstellermarkt verfügbaren Systemlösungen (z.B. Aufhängekonstruktionen, Vorwand-Installationen) in den Projekten auch eigene Baugruppen in der Montageplanung definiert, selbst in Werkstätten vorgefertigt oder aus Standard-Bauteilen vormontiert und auf den Baustellen endmontiert [4.41.4; 5.41.3].

Hier kann die Vorfertigung erstens auf die eigenen beauftragten Gewerke begrenzt [5.41.5] oder zweitens als integrierte, Gewerke übergreifende Vorfertigung (z.B. VorwandInstallationen inkl. Trägereinheit, Technikinstallationen und Trockenbauteile) umgesetzt werden [3.41.4].

Als Kriterien für den Einsatz wurden hier angeführt:

- Die Montage kann mit vorgefertigten Elementen kostengünstiger sein.
- Auch wenn im Vergleich zur reinen Baustellenmontage der Einsatz von Vorfertigung zunächst teurer ist, kann in terminkritischen Projekten der Zeitvorteil entscheidend sein [4.41.8].
- Die Montagezeiten auf den Baustellen werden wesentlich verkürzt [5.41.4].

Zusammenfassung/Hypothesen

Der Einsatz von Vorfertigung und Vormontage ist heute gering. Die Größenordnung des Einsatzes in betrachteten großen mehrgeschossigen Hochbauprojekten (Großprojekte) liegt bei maximal 5-10 % des Auftragsvolumens. Die Vorteile der Vorfertigung/Vormontage liegen in einer schnelleren und kostengünstigeren Baustellenmontage (geringere Montagezeiten). Besonders der Zeitfaktor kann für terminkritische Projekte entscheidend für den Einsatz von Vorfertigung sein. Gleichzeitig bedeutet Vorfertigung/Vormontage einen höheren Planungsaufwand in der Montageplanung und Vorbereitung.

Vorfertigung wird in der Praxis eingesetzt in einer Bandbreite angefangen von am Lieferantenmarkt angebotenen vorgefertigten Systemlösungen (z.B. Verteilereinheiten, Befestigungssysteme, Vorwand-Sanitärinstallationen) bis hin zur eigenen Entwicklung, Planung Fertigung und Vormontage von Baugruppen in Werkstätten. Hierbei kann diese Vorfertigung/Vormontage auf die eigenen Gewerke beschränkt werden oder eine integrierte Lösung (d.h. Baugruppen mit Bauteilen mehrere Gewerke – z.B. Sanitär-Vorwandinstallationen mit Trägereinheiten, Technikinstallationen und Trockenbauplatten) darstellen.

4.4.2 Vorfertigung - Beispiele

In der Untersuchung wurden nachfolgende Beispiele für Vorfertigung von den Befragten gegeben:

- „Eingesetzt werden von uns z.B. vorgefertigte Heizungs- und Kälteverteiler sowie Aufhängungskonstruktionen für Leitungen [1.41.2].“
- „Grundsätzlich werden Zentralanlagen beim Hersteller hergestellt, getestet, in Baugruppen demontiert und auf die Baustellen transportiert [2.41.1]. Ein anderes Beispiel sind Lüftungskanäle die projektspezifisch (Projektstandard) nach unseren Angaben vom Hersteller gefertigt und angeliefert werden [2.41.2]. Es werden üblicherweise noch kleinere Baugruppen (Kleinelemente, Elektroschränke etc.) vorgefertigt [2.41.3]. Weitere Vorfertigungen sind i.d.R. nicht üblich oder sinnvoll [2.41.5].“
- „Als Beispiel im Sanitärbereich haben wir Vorwandssysteme in Sanitäreinrichtungen eingesetzt. Dabei wird nicht nur die Trägereinheit, sondern das Gesamtsystem mit Leitungen und Trockenbauplatten eingebaut [3.41.4].“
- „Ein weiteres Beispiel wären vorgefertigte Steigschächte. Projektspezifisch werden die Schächte in einzelnen Elementen angeliefert. Alle Rohrleitungen sind bereits vorgefertigt [3.41.5].“
- „Für horizontale Leitungsträger bieten Lieferanten als Komplettpaket die Planung, Modularisierung und Vorfertigung von Trägersystemen an [3.41.6].“
- „Im Beispielprojekt wurden beispielsweise die Verteilertrassen vorgefertigt [4.41.2].“
- „Beispielhaft werden alle Kanäle, Schächte, unterschiedliche Befestigungselemente, Traversen und Abhängungen sowie Baugruppen in Heizungs- und Sanitäreinrichtungen vorgefertigt [5.41.2].“

Zusammenfassend aus den Befragungen werden in der Praxis heute die folgenden Bauteile/Baugruppen bereits vorgefertigt und regelmäßig eingesetzt: Heizung- und Kälteverteiler [1.41.2; 2.41.2; 3.41.6; 5.41.2], horizontale Leitungsträger- und Aufhängungskonstruktionen (einschließlich der vollständigen Projektierung) [1.41.2; 3.41.6; 5.41.2], Vorwand-Systeme in Sanitäreinrichtungen (teilweise auch Gewerke übergreifend mit Trockenbauteilen) [3.41.4; 5.41.2] und Steigschacht-Elemente mit allen Leitungen [3.41.5].

4.4.3 Vormontage - Beispiele

In der Untersuchung wurden nachfolgende Beispiele für Vormontagen von den Befragten gegeben:

- „Ein Beispiel für die Vormontage ist der Einbau von vormontierten Heizkörpern in Gebäuden. In der Grobmontage werden i.d.R. die Leitungen im Boden bereits verlegt. Bei der Endmontage werden dann vormontierte Heizkörper eingebaut. Der eigentliche Heizkörper, Thermostatventil und Anschlussleitungen werden durch Lieferanten vormontiert und als Baugruppe auf den Baustellen angeliefert. Eine bauseitige Vormontage ist nicht üblich [1.41.4].“
- „Beispielsweise wurden von uns in Heizzentralen die einzelnen Standard-Baugruppen (Kessel etc.) spezifiziert und nach Planung aufgestellt. Die Verbindungs- und Verteilleitungen in der Zentrale wurden hier zusätzlich als vorgefertigte/vormontierte Bauelemente geplant und an die Anschlüsse der Standardbaugruppen vor Ort nur noch angeschlossen [4.41.5].“

Die Einsatzbeispiele von Vormontage gehen wie folgt aus der Befragung hervor:

- Vormontierte Heizkörperelemente (am eigentlichen Heizkörper werden Thermostatventil, Anschlussleitungen etc. vormontiert)
- Vormontierte Verteiler- und Verbindungsleitungen zwischen den Standardbaugruppen von Heizzentralen

4.4.4 Vorfertigungsplanung - Definition von Projekt-/Baugruppenstandards

Identifizierte Merkmale

Aus Vorgaben der Fachplanung (i.d.R. die Ausführungsplanung) werden Projekt-/Baugruppenstandards in der Montageplanung definiert, die zur Vorfertigung/Vormontage geeignet sind.

Der Idealfall wäre laut Einschätzung der Befragten gegeben, wenn bereits in der Entwurfsplanung die Planungen modularisiert und Vorfertigungselemente berücksichtigt würden. Dies ist jedoch nach den gesammelten Aussagen nur vereinzelt der Fall, wie z.B. bei Fertigbädern und Vorwandinstallationen im Sanitärgewerk. Den Befragten lagen bisweilen keine auf Vorfertigung optimierten/modularisierten Planungen vor [3.52.4; 4.52.2].

Als Begründungen wurden hierbei genannt, dass erstens den Fachplanern das Montage- und Vorfertigungswissen fehlt und zweitens der Aufwand für modularisierte Planungen bei

den wechselnden Kundenanforderungen im allgemeinen Hochbau unter Umständen fraglich wäre [5.52.3].

Zusammenfassung/Hypothesen

Auf Basis der Planungsvorgaben werden vom Unternehmen in der Montageplanung Baugruppenstandards definiert, die zur Vorfertigung unter gegebenen Projekttrandbedingungen geeignet sind.

Der Idealfall ist, dass die Entwurfsplanung bereits vorgefertigte Bauteile umfassend berücksichtigt. Jedoch wird dies nur vereinzelt in der Praxis umgesetzt (z.B. Sanitärtechnik – Fertigbäder, Vorwand-Installationen) [4.52.2]. So existieren in aller Regel keine „modularisierten“ Fachplanungen, die auf vorzufertigenden Bauteilen konsequent aufgebaut werden. Gründe werden insbesondere im fehlenden Know-how der Fachplaner über die Baumontage und Vorfertigung [4.52.3; 5.52.4] gesehen. Zusätzlich kann für Einzelprojekte mit wechselnden Kundenanforderungen der Aufwand hierfür kritisch diskutiert werden.

4.4.5 Großmodulbauweise

Identifizierte Merkmale

Vorgefertigte Großmodule werden in der Gebäudetechnik nur in Ausnahmefällen eingesetzt. Als wesentlicher Grund wird genannt, dass durch den späten Projekteintritt des TGA-Unternehmens die Planung und Ausführung des Rohbaus meist so weit vorangeschritten ist, dass der Einsatz nicht mehr sinnvoll (Umplanungsaufwand) oder bereits unmöglich ist (Gebäudeeinbringung).

Als Beispiele für diese Ausnahmefälle wurden zum einen temporäre Zentralen genannt, die in Containerbauweise erstellt werden [1.41.5; 3.41.8; 4.11.4; 4.41.3], oder Fertigbäder, die vor allem in Hotelneubauten eingesetzt werden [2.41.4].

Zusammenfassung/Hypothesen

Großmodule werden nur in Ausnahmefällen und dies meist nur für temporäre Zentralanlagen eingesetzt. Bedingt durch den späten Projekteintritt der Gebäudetechnik, ist meist die Planung und Ausführung so weit voran geschritten, dass der Einsatz von vorgefertigten Großmodulen nicht mehr wirtschaftlich sinnvoll, in der Projektzeit nicht mehr umsetzbar oder technisch durch die notwendige Gebäudeeinbringung nicht mehr möglich ist.

4.4.6 Problempunkte der Vorfertigung

Identifizierte Merkmale

Fehlende Planungssicherheit im Projekt: Zunehmend sind die Kundenbedürfnisse den Bauherren nicht endgültig klar. Dies führt zu häufigen Planungsänderungen, was so weit gehen kann, dass eine flexible Ausgestaltung in den Projektanforderungen der TGA-Ausschreibung heute bereits formuliert wird. So werden heute die Planungen vielfach parallel zum Bau durchgeführt [1.42.2; 5.42.1].

Fehlende Einbindung in Gesamtablauf: Die TGA-Gewerke werden meist unzureichend in den Gesamtablauf des Projekts integriert. Wäre der Handlungsspielraum größer (z.B. als TGÜ), wäre auch der Anteil der Vorfertigung im Hochbau höher [1.41.7].

Fehlende frühzeitige Berücksichtigung in der Planung: Konsequenterweise müsste eine Vorfertigung bereits im Entwurfsstadium berücksichtigt werden. Alternativ müsste ausreichend Zeit für die Ausführungs- oder Montageplanung zur Verfügung stehen [3.41.2; 3.42.1], um ausreichend Planungskapazitäten zur technischen Bearbeitung zu disponieren, mangelfreie Pläne zu erstellen und genügend Vorlaufzeiten für die Fertigung zur Verfügung zu haben [3.42.1; 3.52.3].

Passgenauigkeit in der Montage: In der Montage muss schließlich eine hohe Passgenauigkeit der Teile und Anschlüsse gewährleistet sein, da nachträgliche Änderungen an vorgefertigten Teilen sehr kostspielig sein können [1.42.1; 3.42.3].

Zusammenfassung/Hypothesen

Ein wesentliches Problem in der Umsetzung von Vorfertigung ist die zunehmend fehlende Planungssicherheit, da die Kundenbedürfnisse erst spät fixiert werden und heute vielfach die Planungen des Ausbaus von Gebäuden parallel zur laufenden Ausführung erstellt werden. Zusätzlich werden die TGA-Gewerke unzureichend in den Gesamtablauf des Projekts integriert.

Eine höhere Vorfertigung könnte dann erreicht werden, wenn der Handlungsspielraum, z.B. durch eine TGÜ-Vergabe, für den TGA-Unternehmer größer wird und die TGA stärker in die Gesamtabwicklung eingebunden wird.

Die Vorfertigung wäre so konsequenterweise bereits in der Entwurfsphase zu berücksichtigen. Alternativ müssten ausreichende Vorlaufzeiten in der Ausführungs- und Montageplanung den Unternehmen zur Verfügung gestellt werden, um eigene Planungskapazitäten zu disponieren und zeitgerechte und mängelfreie Vorgaben an die Zulieferer (Lieferfristen) zu erstellen.

4.5 Montageplanung

4.5.1 Vergabeart und korrelierende Planungsvorgabe

Identifizierte Merkmale

In den Fallbeispielen war die Ausführungsplanung in allen Fällen die Planungsvorgabe für die TGA-Unternehmer.

Die Planungsvorgabe korreliert im Allgemeinen mit der Vergabeart im Projekt. So ist bei konventioneller Vergabe die Ausführungsplanung und bei funktionaler Beschreibung die Entwurfsplanung zumeist die formale Planungsvorgabe [1.51.1]. Die häufigste Form der Vergabe ist die konventionelle Vergabe mit einer Ausführungsplanung als Vorgabe [2.34.1; 4.51.1; 5.31.6].

Aus der Untersuchung ist der Anteil der funktionalen Ausschreibungen am Markt nicht direkt ableitbar, da die Angaben variieren und der Anteil abhängig von der jeweiligen Kundenstruktur der Unternehmen ist. So ist bei öffentlichen Auftraggebern eine konventionelle Ausschreibung heute noch die Regel [4.22.3]. Zunehmend werden aber funktionale Ausschreibungen vor allem von privaten Auftraggebern am Markt platziert [4.22.5; 5.31.7].

Zusammenfassung/Hypothesen

Am häufigsten basiert die Ausschreibung und Vergabe auf einer konventionellen Leistungsbeschreibung mit der Ausführungsplanung als Planungsvorgabe. Eine funktionale Beschreibung mit korrelierender Entwurfsplanung erfolgt heute vorwiegend von privaten Auftraggebern.

4.5.2 Qualität der Planungsvorgaben

Identifizierte Merkmale

Aus der Untersuchung geht das eindeutige Meinungsbild hervor, dass die Qualität der Planungsvorgaben (Ausführungsplanung) in vielen Fällen heute unzureichend und mangelhaft ist. So existieren von Projekt zu Projekt Unterschiede, jedoch ist tendenziell von einer Verschlechterung auszugehen. So wurde subjektiv in einem Fall beispielsweise geäußert, dass in 90 % der Fälle genau genommen die Ausführungsplanung nur einer Entwurfsplanung entspricht [1.23.1]. In einem weiteren Fall lag nur in 40 % aller Fälle eine vertraglich zugesicherte Ausführungsplanung vor [5.23.1]. In einem dritten Fall war wegen erheblichen Mängeln eine zweifache komplette Neuerstellung der Ausführungsplanung im Projektverlauf erforderlich [2.00.2] geworden.

Dies bedeutet Mehraufwendungen für die Unternehmen in der Montageplanung, da die Planungsvorgaben sowohl auf Funktionalität der Bauteile und deren Montage als auch hinsichtlich Koordination der einzelnen Gewerke umfangreich zu überprüfen und z.T. zu überarbeiten sind.

Bei funktionalen Vergaben kann zusätzlich durch die schlechte Vorgabe das Risiko unverhältnismäßig auf die TGA-Unternehmen übertragen werden [5.31.8].

Als Gründe wurden von den Befragten genannt, dass zunächst die Honorare für die Fachplaner gering und teilweise unauskömmlich sind. Hier sparen die Auftraggeber an Planungskosten [2.11.2; 3.22.4; 4.22.7]. Gleichzeitig verkürzten sich die Planungszeiten bei den Projekten, so dass häufig ein hoher Termindruck in der Planung bestehe [1.23.2]. Hinzu kommt, dass die Qualifikation der Planer schlechter geworden sei [1.23.2].

Zusammenfassung/Hypothesen

Die Planungsqualität ist vielfach unzureichend und führt zu Mehraufwendungen in der technischen Bearbeitung bei den Unternehmen.

Zurückzuführen ist dies vor allem auf die geringen Honorare der Fachplaner, die teils unauskömmlich für qualitativ gute Planungen sind, ferner auf die heutigen verkürzten Planungszeiten und dem damit verbundenen stetigen Termindruck sowie auf die verschlechterte Qualifikation des Fachplanerpersonals.

4.5.3 Ablauf der Leitungsplanung

Identifizierte Merkmale

Die Leitungsplanung, d.h. vor allem die Planung und Koordinierung der Trassenwege, sollte in der Ausführungsplanung als Vorgabe an die Ausführung bereits enthalten sein [1.53.1; 2.53.2]. Insbesondere die Koordination mit den Gebäudeplänen als auch zwischen den Technikgewerken ist hier das Soll der Planung. Häufig liegen aber gerade hier wesentliche Mängel in der Ausführungsplanung vor; von einer koordinierten, kollisionsfreien Ausführungsplanung kann nur in seltenen Fällen ausgegangen werden [2.53.3; 3.53.1; 4.53.2; 5.53.2]. In der Folge sind für den TGA-Unternehmer zusätzliche Kollisionsprüfungen und Koordinationen im Rahmen der Montageplanung erforderlich [4.53.2; 5.53.2].

Der Regelablauf zur Leitungsplanung in der technischen Bearbeitung des TGA-Unternehmens sieht wie folgt aus:

1. Separate Leitungsplanung der einzelnen Gewerke auf Basis bestehender Planungsvorgaben.

2. CAD-Vorprüfung: Die Gewerke werden auf einzelnen Layern im CAD-System geplant und mit Hilfe des CAD-Systems wird eine Kollisionsprüfung durchgeführt. (Diese ist nur bei Einsatz von 3-D-Planungen vollständig durchführbar, ansonsten sind nur Kreuzungspunkte auf der 2-D-Planungsebene identifizierbar.)
3. Kritische Kreuzungspunkte werden in einer Koordinationsrunde im Projektteam mit allen Gewerken abschließend koordiniert.

Die Umsetzung einer „integrierten Planung“, d.h. die Bündelung der Leitungsplanung aller Gewerke in einem separaten Gewerk, ist heute durch das erforderliche Fachwissen und die unterschiedlichen Anforderungen der Gewerke in der technischen Bearbeitung in der Ausführung nicht bekannt und wäre schwierig umsetzbar [2.53.4].

Auf den Baustellen kommt es selbst bei fehlerfreien Planungen zu häufigen Problemen, da Fehler in der Ausführung von einzelnen baulichen Vorleistungen oft auftreten (z.B. falsche Ausführung von Durchbruch- und Aussparungsplänen) [4.53.3].

Zusammenfassung/Hypothesen

Auf Basis der im Idealfall mit den Gebäudeplänen und Technikgewerken koordinierten Trassenwegen in der Ausführungsplanung erfolgt zunächst, getrennt in die einzelnen Gewerke, die weiterführende Montageplanung der Leitungen. In der Ausführungsplanung liegen aber bereits vielfach Mängel vor, die zusätzlichen Aufwand zur Planungskoordination bedeuten. Mit Hilfe der CAD-Planungssysteme wird zunächst in der Regel eine Vorprüfung durchgeführt, um kritische Kreuzungspunkte zu identifizieren. Eine vollständige Kollisionsprüfung ist nur in einem 3-D-Modell möglich. Die identifizierten Kreuzungspunkte werden abschließend in einer Koordinationsrunde im Projektteam mit allen Gewerken koordiniert.

Neben Mängeln in der Planungskoordination treten vielfach zusätzliche Probleme während der Montage auf, da die Pläne von Nebengewerken fehlerhaft umgesetzt werden (z.B. fehlerhafte Ausführung von Durchbruch- und Aussparungsplänen) [4.53.3].

Eine integrierte (Gewerke übergreifende) Leitungsplanung ist nicht bekannt und wäre durch das erforderliche Fachwissen und die unterschiedlichen Anforderungen der Gewerke in der technischen Bearbeitung der Montageplanung schwierig umsetzbar.

4.5.4 Einsatz von 3-D-Planungswerkzeugen

Identifizierte Merkmale

Planungswerkzeuge zur Erstellung von 3-D-Planungen existieren in allen befragten Unternehmen und stellen den Standard dar.

Beginnend vom Architektenplan des Rohbaus (Gebäudemodell) und der Planungskette folgend bis zur Ausführungsplanung Technik, wird jedoch nur vereinzelt mit 3-D-Plänen konsequent und konsistent gearbeitet. Als Musterbeispiel wurde hierfür ein Projekt für einen Kunden aus der Automobilbranche in der Untersuchung genannt [3.54.1]. Wenn die Planungsvorgabe für den Ausführenden nicht in 3-D erstellt wurde, wird im Regelfall die Montageplanung wegen des hohen Aufwands zur Modellierung ebenfalls nicht in 3-D erstellt. [1.54.2; 3.54.2; 4.54.2]. In Ausnahmefällen mit besonderer Komplexität und Projektgröße lohnt sich die eigene Erstellung ohne eine passende 3-D Vorgabe; dies erfolgte in einem Untersuchungsfall [2.54.3]. Um die Vorteile der besseren Planung und Anschaulichkeit von komplexen Anlagenteilen und Kreuzungspunkten zu nutzen, erstellen einige Unternehmen 3-D-Pläne auszugsweise für ausgewählte Bereiche [3.54.3; 4.54.2]. Andere erstellen ihre Planungen konsequent entweder nur komplett in 3-D oder nur in 2-D [3.54.4].

Auf Basis der Untersuchung lässt sich der Anteil des 3-D-Einsatzes in den heutigen Montageplanungen nicht quantifizieren. Hier schwanken die Angaben von „gering“ [5.54.1] bis zu „50 % der angefertigten Planungen“ [1.54.1].

Die wesentlichen Vorteile einer 3-D-Planung für die Montageplanung sind:

- Verbesserte Planungsvorgaben, wenn bereits die Fachplanung in 3-D erstellt wurde [3.54.1]
- Verbesserte Montageplanung durch die höhere Anschaulichkeit in komplexen Bereichen (Zentralen, Kreuzungspunkte)
- Verbesserte Vorfertigungsplanung von passgenauen Baugruppen
- Automatische Massenermittlung zur Montagevorbereitung
- Bauelemente können durch Detailplan, Massenauszug und Positionsnummer fertig positioniert werden und von der Montagevorbereitung bis zum Einbau identifiziert werden

Zusammenfassung/Hypothesen

3-D-Planungswerkzeuge sind heutiger Standard in der Montageplanung. Beginnend von den Architektenplänen und der Planungskette folgend bis zur Ausführungsplanung Technik,

erfolgt nur in Einzelfällen ein konsequenter und konsistenter Einsatz von 3-D-Planungen. Aus diesem Grunde wird von den ausführenden Unternehmen wegen des Aufwands für die Gebäudemodellierung und ihres teils punktuellen Nutzens in der Planung und in der Montagevorbereitung meist nur bei einer Planvorgabe in 3-D (Gebäudemodell) konsequent eingesetzt. Kompromisslösungen einer Mischplanung mit Darstellungen von komplexen Bereichen in 3-D werden nur zum Teil praktiziert.

Die Vorteile des Einsatzes von 3-D-Planungen liegen aus Sicht der Unternehmen in einer verbesserten Qualität der Planungsvorgaben (Ausführungsplanung), einer optimierten Planung durch höhere Anschaulichkeit in komplexen Details (Zentralen, Kreuzungspunkte, vorzufertigende, passgenaue Baugruppen) sowie einer besseren Montagevorbereitung. So kann in der Montagevorbereitung eine automatische Massenermittlung durchgeführt sowie durch vollständige Positionierung mit Detail-Montageplänen und Positionsnummern die Einbauteile im Vorfeld fest definiert und im Gesamtprojekt eindeutig identifiziert werden.

4.5.5 Visualisierung für die Montage mittels 3-D

Identifizierte Merkmale

Der Einsatz von 3-D Planungen zur Visualisierung in der Montage ist uneinheitlich:

- Kein Einsatz, da die üblichen Schnitte, Grundrisse, Ansichten ausreichend und 3-D-Pläne oft mit Informationen überfüllt sind [1.54.4; 1.54.5]
- Nur als zusätzliche Orientierungshilfe bei der Montage, Abnahme und Inbetriebnahme [2.54.5; 3.54.4, 5.54.5]
- Standardeinsatz als vollständig bemaßte Zeichnung [4.54.4]

Zusammenfassung/Hypothesen

Sofern 3-D-Planungen erstellt wurden, werden diese sehr unterschiedlich als Planungsunterlage zur Visualisierung in der Baumontage eingesetzt: Von gar keinem Einsatz (2-D ausreichend, Informationsfülle), als Orientierungshilfe für komplexe Bauteile mittels 3-D-Ansichten bis hin zum Standard-Einsatz als bemaßte 3-D-Zeichnungen für die Montagegruppen.

Das volle Potential der 3-D-Visualisierung für die Montagearbeiten wird aber heute meist noch nicht ausgeschöpft.

4.6 Ablauf- und Terminplanung

4.6.1 Vorgaben und Erstellung der Termin- u. Ablaufplanung

Identifizierte Merkmale

In den Großprojekten existiert in aller Regel ein Rahmenterminplan (RTP) des Auftraggebers oder dessen Projektsteuerers, der als Vorgabe vertraglich fixiert ist. Der Grobablauf der Montage ist somit durch den Gesamtbauablauf in seinen Arbeitsabschnitten mit entsprechenden Terminvorgaben weitestgehend bestimmt. Die Auftraggeber formulieren dabei unterschiedliche Anforderungen an die TGA-Unternehmen. Immer häufiger werden diese aufgefordert, eigene Terminplanungen zu erstellen bzw. Vorgaben für die Rahmenterminplanung zu erarbeiten [5.61.5]. Andernfalls begnügen sich AG ebenfalls damit, dass der von Ihnen vorgegebene RTP eingehalten wird bzw. auf Verzögerungen frühzeitig hingewiesen und gegengesteuert wird, ohne dass die Unternehmen von Beginn an aktiv an der Optimierung des Gesamtablaufs durch eigene Terminplanungen mitwirken sollen.

Unter Berücksichtigung von Lieferfristen, kalkulierten Montagezeiten und Standardabläufen wird der vorgegebene RTP i.d.R. in einer eigenen internen Terminplanung weiter detailliert [1.61.2; 2.61.3; 4.61.2; 5.61.2]. Er wird zur Steuerung und Kapazitätsplanung im Projektverlauf herangezogen.

In einem Fall wurde angegeben, dass interne Terminplanungen nur erstellt werden, wenn keine Vorgabe vom AG existiert oder dieser eine explizit anfordert. Ansonsten werden nur die Terminvorgaben des AGs überprüft und bei unauskömmlichen Vorgangszeiten eine Änderung angemeldet. Überdimensionierte Montagevorgänge werden hingegen als Zeitpuffer ausgenutzt [3.61.4].

Zusammenfassung/Hypothesen

In aller Regel wird der Termin- und Ablaufplan der TGA-Installationen durch den Rahmenterminplan des AGs oder dessen Projektsteuerers vorgegeben. Neben Arbeitsabschnitten ist durch gesetzte Zwischentermine der Handlungsspielraum in der Ablaufplanung von Beginn an stark eingeschränkt. In der Regel erstellen die Unternehmen einen Detailablaufplan, in dem unter Berücksichtigung von Lieferfristen, Standardabläufen und kalkulierten Zeitanätzen der Rahmenterminplan detaillierter aufgeschlüsselt wird.

Zum Teil wird aber auch auf die Erstellung eines internen Terminplans verzichtet und nach Prüfung der Planungsvorgaben und verfügbaren Kapazitäten nur der Steuerungsterminplan des AG angepasst und nicht weiter detailliert. Hier sind die Anforderungen des AGs mitentscheidend, ob die Unternehmen aktiv im Sinne einer Gesamtablaufoptimierung agieren oder

nur passiv ihre geschuldete Leistung und Hinweispflicht zur fristgerechten Erfüllung der AG-Vorgaben erbringen.

4.6.2 Gewerkekoordination

Identifizierte Merkmale

Die Koordination der einzelnen Gewerke in der Ablaufplanung verläuft je nach Projekt und Vertragskonstellationen unterschiedlich.

Grundsätzlich gibt der Auftraggeber bzw. dessen Projektsteuerer die Vorgabe durch seine Bauablaufplanung des Rahmenterminplans. Die detaillierte Koordination der Bauabläufe erfolgt in vielen Fällen zunächst im Vorfeld mit dem AG/der Projektsteuerung. Eine direkte Koordination der Arbeiten mit vor- und nebengelagerten Gewerken erfolgt häufig nicht [1.61.3; 5.61.7]. Im Falle einer Zusammenarbeit in Form einer ARGE oder in einer Nachunternehmerbeziehung findet in aller Regel eine direkte Koordination der Bauabläufe zwischen den Gewerken statt [z.B. 2.61.2; 5.61.8].

Grundsätzlich kann in eine hier definierte „aktive kooperative Ablaufplanung“ oder „passive Ablaufplanung durch einseitige AG-Vorgabe“ unterschieden werden. Bei der „aktiven kooperativen Ablaufplanung“ wird der Bauablauf zusammen mit Planern und AG erarbeitet, terminiert und gesteuert und der Gesamtablauf zwischen den Gewerken aktiv optimiert. Diese Form bedeutet zunächst einen vordergründigen höheren Aufwand in der Koordination, führt aber tendenziell auch für das TGA-Unternehmen zu einer wirtschaftlichen Projekt- abwicklung [3.61.5].

In einer „passiven Ablaufplanung durch einseitige AG-Vorgabe“ beschränkt sich der Input des ausführenden Unternehmens auf die Prüfung der Abläufe und Zeitansätze sowie einseitiger Änderungsanzeigen, wenn Abläufe nicht wie geplant auszuführen sind. Überdimensionierte Bauabläufe werden als „stille“ Reserven durch die AN gepuffert [3.61.4; 5.61.4]. Das Know-how zum optimalen Bauablauf liegt in der Regel bei den Auftragnehmern. Aus diesem Grunde kann mit der einseitigen Vorgabe durch den Auftraggeber i.d.R nicht der optimale Ablauf für das Projekt verwirklicht werden.

Zusammenfassung/Hypothesen

Die Koordination der Vor- und Nebengewerke in der Ablaufplanung verläuft unterschiedlich und ist abhängig von der Vertragskonstellation im Projekt. Meist erfolgt die Koordination nicht direkt in Zusammenarbeit mit den Vor- und Nebengewerken, sondern unter der Koordination des Auftraggebers und dessen Projektsteuerung. Vorgabe und Basis stellt hierfür der Rahmenterminplan dar. Abhängig von den Anforderungen des AG kann grundsätzlich in eine

„aktive kooperative Ablaufplanung“ und in eine „passive Ablaufplanung mit einseitiger AG-Vorgabe“ unterschieden werden. Aufgrund des Ausführungs-Know-hows kann der optimale Bauablauf nur durch die „aktive kooperative Ablaufplanung“ und durch direkte Koordination der Gewerke untereinander mit Berücksichtigung der Anforderungen des AG gefunden werden.

4.6.3 Planungswerkzeuge und Detaillierung der internen Termin- u. Ablaufplanungen

Identifizierte Merkmale

Der Detaillierungsgrad zur Termin- u. Ablaufplanung ist wesentlich von den Projektanforderungen bestimmt. Generell ist der Termin- und Ablaufplan in die örtlichen Arbeitsabschnitte (Geschosse, Räume, Zentralen) strukturiert. Darunter werden die einzelnen Montagephasen (Montageplanung, Arbeitsvorbereitung, Bestellung und Beschaffung, Grobinstallation, Feininstallation sowie Inbetriebnahme und Abnahme) abgebildet [1.62.1; 2.61.1; 3.62.1].

Als Planungswerkzeug werden Terminplanungsprogramme von den TGA-Unternehmen eingesetzt. In der Untersuchung war dies in allen Fällen das Programm „MS Project“. So wird, bedingt durch die Software, zwar eine tagesgenaue Planung eingepflegt, jedoch wird meist nur wochengenau geplant und überwacht [3.62.2; 4.62.1; 5.62.1].

In terminkritischen Projekten wird die Planung und Steuerung tagesgenau mit der Terminplanungssoftware durchgeführt [3.62.2; 5.62.1]. In einem betrachteten Fall wurden zusätzlich die kritischen Terminvorgänge in Arbeitspakete zerlegt und mittels „Controlling-Listen“ in Excel detailliert gesteuert [2.62.2].

Zusammenfassung/Hypothesen

Abhängig von den Projektanforderungen und der Terminsituation wird i.d.R. die Termin- und Ablaufplanung in örtliche Abschnitte und technisch und zeitlich aufeinander folgende Abwicklungsphasen strukturiert und wochengenau in Standard-Terminplanungssoftware geplant und überwacht. Die tagesgenaue Terminplanung erfolgt nur in terminkritischen Projekten. In einem Beispielprojekt wurden für kritische Terminvorgänge die einzelnen Arbeitspakete in „Controlling-Listen“ (Excel) zusätzlich detailliert und gesteuert.

4.6.4 Bauablaufplanung - Gestaltungsprinzipien

Identifizierte Merkmale

Die Bauablaufplanung für das Gewerk TGA steht in Abhängigkeit von seinen Vor- (Rohbau) und Nebengewerken (Ausbau). Zum einen erfolgt zur Koordination dieser Schnittstelle die Vorgabe durch den Rahmenterminplan der AG/der Projektsteuerer. Zum anderen wird im Bauverlauf im Detail der Bauablauf angepasst (Baufreigaben). Des Weiteren stellen Vorlaufzeiten für Planung und Lieferung der Bauteile die Randbedingungen für die interne Bauablaufplanung dar.

Der Bauablauf wird mit der Rahmenterminplanung in der ersten Ebene durch die örtliche Arbeitsabschnittfolge meist vorgegeben. Hier kann in horizontale (Geschoss, Raum) und vertikale Ebenen (Schachtbauteile u.ä.) der Geschosse sowie in zentrale Bereiche (Technikzentralen) gegliedert werden. Bei der Einbindung in den Gesamtbauablauf werden die horizontalen und vertikalen Ebenen der Geschosse durch ihre ausgeprägten Schnittstellen zu den Vor- und Nebengewerken jeweils in Abschnitten nachlaufend zum Roh- und parallel zu den Ausbauarbeiten ausgeführt. Zentrale Bereiche sind unabhängiger, benötigen durch die technischen Anlagen größere Vorlaufzeiten und werden meist parallel zu den Montagen in den Geschossebenen installiert. Durch geringe Schnittstellen zum Ausbau sind sie unabhängiger ausführbar.

In einer zweiten Ebene wird in die einzelnen Bauphasen unterteilt. In der Grobmontage erfolgt in den örtlichen Abschnitten die Installation der Leitungen und Technikzentralen. In der Feinmontage, die meist im Nachlauf von den Ausbaugewerken erfolgt, werden alle Endverbraucher und sichtbaren Einbauteile installiert. Die Inbetriebnahme und Abnahme schließt die Montage ab.

Zusammenfassung/Hypothesen

Der Bauablauf wird in örtliche Arbeitsabschnittfolgen durch den RTP vorstrukturiert. Hierbei kann in horizontale (Geschoss, Raum) und vertikale Ebenen (Schächte, Steigleitungen) der Geschosse sowie in Zentralbereiche (Technikzentralen) unterschieden werden. Zur Einbindung im Gesamtbauablauf stehen die horizontalen und vertikalen Ebenen in höherer Interaktion mit den Nebengewerken (z.B. Ausbau) als die zentralen Bereiche. Auf zweiter Ebene erfolgt die Strukturierung in die Montagephasen „Grobmontage“ (Leitungen, Zentralen) und „Feinmontage“ (Endverbraucher, sichtbare Bauteile) sowie der abschließenden Phase der Inbetriebnahme und Abnahme.

4.6.5 Bauablaufplanung - Zuständigkeit

Identifizierte Merkmale

Die Bauablaufplanung wird in allen betrachteten Fällen maßgeblich und verantwortlich durch die Projektleiter erstellt. Die bauleitenden Monteure werden in der Gestaltung des Bauablaufs unterschiedlich eingebunden: Von keiner direkten Beteiligung [1.65.2] bis zur sporadischen Rücksprache des Projektleiters [2.65.1; 3.65.1].

Während der Montage werden in der Bauablaufsteuerung die bauleitenden Monteure eingebunden. Im Rahmen von Montagebesprechungen - vor Beginn und im Verlauf der Arbeiten - wird zusammen mit dem Projektleiter der Bauablauf überprüft, koordiniert und angepasst [2.65.2; 3.65.2].

Zusammenfassung/Hypothesen

Die Bauablaufplanung wird meist von den Projektleitern erarbeitet. Die bauleitenden Monteure werden hier nur sporadisch mit eingebunden. Während der Montage wird der Bauablauf von Projektleitern und Bauleitern zusammen in Montagebesprechungen überprüft, mit anderen Gewerken koordiniert und angepasst.

4.6.6 Analysen von Einsparpotentialen

Identifizierte Merkmale

Die Verfahrensweise zur Auffindung von Einsparungen in den Projekten ist bei betrachteten Unternehmen unterschiedlich. Zum einen können die Bauabläufe, zum anderen die Materialien (Bauteile) im Fokus stehen.

So wird teilweise bereits in der Angebotsbearbeitung und teils erst in der Montageplanung versucht, die Materialien zu vereinheitlichen, kostengünstigere Konstruktionen zu finden [3.66.2; 2.66.2] und ggf. Vorfertigungselemente zu definieren [5.66.1], um die Materialkosten zu senken oder Montagen zu vereinfachen. In einem weiteren Schritt wird versucht, die Bauabläufe zu optimieren.

In aller Regel erfolgt eine Analyse von Einsparpotentialen in der Projektbearbeitung individuell ohne festes und vorgegebenes Ablaufschema (Checklisten, Verfahrensanweisungen etc.). Abweichend wird in einem betrachteten Fall zu Projektbeginn in einem speziellen Meeting von Projektleiter, Kaufmann, Kalkulator und bauleitenden Monteur anhand eines Standardablaufs das Projekt auf Optimierungsmöglichkeiten diskutiert [1.66.1].

Bei einem Pauschalvertrag ist durch wirtschaftlichen Anreiz die Initiative zur Optimierung deutlich höher als bei einem Einheitspreisvertrag des TGA-Unternehmens [3.66.2; 3.66.3].

Zusammenfassung/Hypothesen

Die Unternehmen verfolgen auf unterschiedliche Weise das zunächst globale Ziel, Einsparpotentiale in den Projekten aufzufinden. Zum einen werden meist in der Montageplanung die Materialien (Bauteile) möglichst vereinheitlicht, alternative kostengünstigere Konstruktionen entwickelt und Vorfertigungen definiert. Zum anderen wird einhergehend versucht, die Bauabläufe unter den Projektrandbedingungen zu optimieren. Dies erfolgt jedoch in den meisten Fällen ohne einen fest vorgegebenen Standard (Ablaufschema, Verfahrensanweisung, Checkliste) in den Unternehmen.

Ferner ist die Initiative zur Einsparung auch wesentlich davon bestimmt, ob ein Pauschal- oder Einheitspreisvertrag im Projekt vorliegt.

4.6.7 Improvisierte vs. formalisierte Prozessanalyse der Montageabläufe

Identifizierte Merkmale

Die Montageprozesse werden (wie hier in allen Fällen) nicht einer standardisierten, strukturierten Analyse zur Verbesserung unterzogen [1.66.2; 2.66.3; 3.66.1; 3.66.4; 4.66.1].

In der Projektbearbeitung werden nur intuitiv/improvisiert die kosten- und terminkritischen Schwerpunktpositionen ausgewählt, überprüft und ggf. verbesserte Montagelösungen (Vorfertigung, Bauteilwahl u. a.) erarbeitet.

Zusammenfassung/Hypothesen

Die Montageprozesse werden durch den TGU nicht strukturiert und standardmäßig im Detail untersucht. Falls überhaupt werden nur termin- und kostenkritische Schwerpunktpositionen auf eine bessere Montagelösung (Baukonstruktion, Vorfertigung) hin untersucht.

4.6.8 Standardisierung der Montageabläufe

Identifizierte Merkmale

Die Installationsprozesse der Montage auf den Baustellen sind nicht standardisiert und in keiner Form dokumentiert.

Alleinig für die Standard-Bauleitungsaufgaben existieren Handbücher (Montagehandbücher), in denen standardisierte Projektablaufmuster, Formblätter und Checklisten dokumentiert sind [3.67.2; 4.67.1; 5.67.2]. Zusätzlich werden allgemeine Richtlinien und Montageanleitungen

der Hersteller, mit vorwiegend sicherheitstechnischen Hinweisen, der Bauleitung zur Verfügung gestellt [2.67.1].

Zusammenfassung/Hypothesen

Eine Standardisierung von Installationsprozessen gibt es nicht. Einzelne Standardisierungen existieren nur für Bauleitungsaufgaben in Form von Projektablaufmustern, Formblättern und Checklisten nach gängigem Qualitätsmanagement-Standard.

4.6.9 Probleme und Verbesserungsmöglichkeiten in der Termin- und Ablaufplanung

Identifizierte Merkmale

Wesentliche Verbesserungen werden in der Koordination der Schnittstellen zu Vor- und Nebengewerken identifiziert.

Die meist bindenden Vorgaben des AGs durch den Rahmenterminplan, der den Bauablauf und die Schnittstellen zu den Gewerken gesamthaft koordinieren soll, sind zu global. Die vorgegebene Ablaufplanung zeichnet sich zudem häufig durch fehlende Fachkompetenz in der TGA-Montage aus. Hier wäre eine detailliertere und kompetentere Vorgabe des Bauablaufs oder eine kooperativere Ablaufplanung vorteilhafter [4.68.1].

Der Handlungsspielraum ist heute für die Ablaufgestaltung der TGA-Unternehmen sehr begrenzt. Eine grundsätzlich umfangreichere und frühere Einbindung in die Gestaltung des Gesamtablaufs und Rahmenterminplans wäre deswegen sinnvoll. Beispielsweise wären dann auch heute Vorfertigungen im größeren Maße umsetzbar [4.68.2].

Neben der Termin- und Ablaufplanung sollte auch die Koordination der Gewerke während der Montage verbessert werden [2.68.1].

Der Arbeitsvorbereitung wird zusätzlich durch die begrenzt kalkulierten Ressourcen in der Projektabwicklung eine zu geringe Bedeutung in den Unternehmen eingeräumt [1.68.1]. Ferner wäre der Informationsaustausch und die Koordination zwischen den Projektleitern und Bauleitern zu verbessern [2.68.2].

Zusammenfassung/Hypothesen

Ein wesentliches Problem besteht im eingegrenzten Handlungsspielraum der TGA. So sind die Vorgaben durch den Rahmenterminplan zum einen sehr starr. Zum anderen sind die darin fixierten Abläufe teilweise durch fehlendes Montage-Know-how auf Seiten des AGs oder dessen Projektsteuerung geprägt. Verbesserungen liegen so in einer offeneren und früheren Einbindung der Unternehmen in die Ablaufplanung durch die Auftraggeber. So

könnte eine bessere Termin- und Ablaufkoordination in der Planung und Ausführung realisiert werden.

Daneben liegen aber auch interne Mängel in den Unternehmen vor. Zum einen wird in der heutigen Abwicklung mit eingeschränkten, gering kalkulierten Personalressourcen und gleichzeitig steigendem Termindruck die Arbeitsvorbereitung in den Projekten vielfach vernachlässigt. Zum anderen sind die Koordination in der Abwicklung und der Informationsaustausch zwischen den Projektleitern und den bauleitenden Monteuren zu verbessern.

4.7 Produktionsmanagement

4.7.1 Baustellensteuerung - Besprechungsroutinen

Identifizierte Merkmale

Die externe Koordination erfolgt klassisch durch wöchentliche bis 14-tägige Koordinationsbesprechungen mit den Vor- und Nebengewerken, den Bauherren und deren Projektsteuerung. Zur Baustellensteuerung werden hier die Bauabläufe der Gewerke durch die einzelnen Projektleiter untereinander auf erster Ebene koordiniert. In einem Fall bündelte der TGU diese Koordinationsaufgaben aller seiner Gewerke für die Bauabwicklung mit einem zusätzlichen Bauleiter (Ingenieur) [4.71.2].

Auf Ebene der Projektleitung wird im Regelfall zur internen Abstimmung eine regelmäßige „Controllingbesprechung“ zwischen den Projektleitern [1.71.1; 3.71.1; 5.71.1] (ggf. auch mit einem zusätzlichen Termincontroller [2.71.3]) und bauleitenden Monteuren durchgeführt. Der Besprechungsrhythmus ist in den untersuchten Fällen unterschiedlich und abhängig von der Projektgröße und dem Unternehmensstandard. Er betrug in den meisten Fällen ein bis zwei Wochen, wurde aber auch mit vier Wochen beziffert. Hier ist zu ergänzen, dass natürlich fortlaufende ungeplante Abstimmungsgespräche zusätzlich zwischen Projektleitung und bauleitenden Monteuren stattfinden. Daneben erfolgen in regelmäßigem Abstand von ein bis zwei Wochen Koordinationsrunden zwischen den Teilprojektleitern der einzelnen Gewerke.

Auf der Ebene der bauleitenden Monteure und den Polieren der Vor- und Nebengewerke auf den Baustellen wird der Großteil der Detailkoordination in starker Eigenregie und meist eigenverantwortlich abgewickelt [4.71.6]. Je nach Projekt existieren organisatorische Vorgaben eines wöchentlichen „Jour-Fix“ [3.71.6].

Zusammenfassung/Hypothesen

Die übergeordnete Koordination mit den Vor- und Nebengewerken, den Bauherren und deren Projektsteuerung erfolgt in klassischen wöchentlichen bis zweiwöchigen Koordi-

nationsbesprechungen. Die TGA-Unternehmen gehen dabei unterschiedlich vor. Sie bündeln diese Koordinationsaufgaben mit einem zusätzlichen Bauleiter (Ingenieur) oder behalten hier die Aufgliederung in die Gewerke mit Besetzung einzelner Teilprojektleiter bei.

Zur internen Koordination erfolgen regelmäßige „Controlling-Besprechungen“ zwischen Teilprojektleitern und ihren bauleitenden Monteuren sowie Abstimmungsbesprechungen zwischen den Teilprojektleitern der Gewerke. Der Rhythmus ist abhängig vom Unternehmen und der Projektgröße und liegt in der Regel zwischen ein bis zwei Wochen. Ergänzend erfolgen kurzfristige, ungeplante Abstimmungsgespräche zwischen den Beteiligten.

Die Detail-Koordination der Bauabläufe vor Ort zwischen den Technikgewerken, aber auch zwischen den Vor- und Nebengewerken (Roh- u. Ausbau), wird überwiegend auf der Ebene der bauleitenden Monteure und Poliere in Eigenregie und Eigenverantwortung abgewickelt. Organisatorische Vorgaben existieren teilweise projektspezifisch mit wöchentlichen Besprechungen der Obermonteure und Poliere.

4.7.2 Unternehmensstandards der Bauorganisation

Identifizierte Merkmale

In allen Fällen sind die Unternehmen QM zertifiziert. Es existieren so zur Abwicklung von Projekten für die Projektleiter und zur Bauleitung für die bauleitenden Monteure Verfahrenshandbücher mit dem üblichen QM-Standard. Darin sind Ablaufschemas dokumentiert und entsprechende Vorlagen (Musterdokumente, Standardformulare, Checklisten etc.) bereitgehalten.

Der übliche Detaillierungsgrad der QM-Standards wird aber nicht überschritten [5.72.2]. So wird die Standardisierung und Ablaufbeschreibung z.T. auch als zu oberflächlich und wenig praktikabel bezeichnet. Einzelne befragte Unternehmen arbeiten daran, auf Basis dieser QM-Standards praxisorientierte Dokumentationen und Verfahrensstandards zu entwickeln [3.72.2]. Andere entwickeln geschaffene Standards durch ein Schulungs- und Workshop-konzept ständig praxisnah weiter [2.112.2].

Zusammenfassung/Hypothesen

Der Einsatz von Verfahrenshandbüchern für Projektleitung und Bauleitung auf Basis einer QM-Zertifizierung ist heute der Standard. Unterschiede bestehen darin, wie detailliert und praxisgerecht Verfahrensabläufe standardisiert und vor allem praxisnah weiterentwickelt werden.

4.7.3 Baustellensteuerung – Werkzeuge der Termin-, Qualitäts- und Informationsverfolgung

Identifizierte Merkmale

Die Terminverfolgung wird durch Fertigstellungsanzeige bzw. Bewertung der Baustelle und mit Hilfe eines Terminplanungsprogramms standardmäßig durch die Projektleiter (in manchen Fällen auch durch eine Stabfunktion Termincontroller) durchgeführt.

Die Qualitätskontrolle und -verfolgung der Montagearbeiten wird durch die Bauleiter vor Ort kontinuierlich bzw. mit den Projektleitern in Teilabnahmen mit Hilfe von Standardabläufen (Checklisten, Fehlerprotokollen) durchgeführt. Marginale Unterschiede bestehen in der Problembehandlung zwischen den Unternehmen (z.B. Zeichnungslauf des Fehlerprotokolls).

In der Informationsbereitstellung und dem Informationsmanagement bestehen hingegen je nach Projektgröße und Unternehmen Unterschiede. Sie reichen vom Einsatz von Planungsverwaltungsdatenbanken und Dokumentenmanagementsystemen bis hin zu handschriftlichen Lauflisten und reinen Ordnerablagen.

Zusammenfassung/Hypothesen

Die Terminverfolgung erfolgt durch Baustellenbewertung und Terminüberwachung mittels Standard-Terminplanungsprogrammen. Die Qualitätssicherung der Installationsarbeiten erfolgt alleinig durch Teilabnahmen der Leistungen mit Hilfe von Standardabläufen (Checklisten, Fehlerprotokollen).

Das Informationsmanagement, d. h. die Informationsbereitstellung (Pläne, Dokumente) und das Dokumentenmanagement, ist je nach Projektgröße und jeweiligem Unternehmensstandard unterschiedlich. Es reicht vom Einsatz von Softwaresystemen (Planverwaltungsdatenbanken, Dokumentenmanagementsystemen) bis zur einfachen handschriftlichen Dokumentation und Ordnerablage weitestgehend nach QM-Standard.

4.7.4 Baustellencontrolling – Routinen und Zuständigkeiten

Identifizierte Merkmale

Auf der Baustellenebene beginnend, erfolgt die Dokumentation des Bauverlaufs durchgängig durch Bautagebücher, z.T. wird auch der Leistungsstand durch Leistungsstandlisten erfasst [2.73.3]. In allen Fällen werden wöchentlich die auflaufenden Lohnstunden global an den Projektkaufmann gemeldet.

Das Controlling erfolgt in den betrachteten Fällen unterschiedlich. Überwiegend werden hierzu die kaufmännischen Systeme (SAP u. ä.) eingesetzt, in denen die auflaufenden Aufwände (Lohnkosten, Material- und Nachunternehmerrechnungen) den zu erwartenden Erträgen (Zahlungen, Nachträge) gegenübergestellt werden. Hier besteht kein direkter Bezug zum tatsächlichen Leistungsstand. Diese Form des Controllings erfolgt i.d.R. im Rahmen von monatlichen „Hochrechnungsgesprächen“ zwischen kaufmännischer Leitung und Projektleitung [1.73.1; 1.74.2; 3.73.1; 3.71; 4.73.1; 4.74.1].

Nur in einem Fall wird ein „Kosten-Controlling-Programm“ (Eigenentwicklung), vergleichbar mit denen aus den Rohbauunternehmen (z.B. Arriba Bauen), eingesetzt. Grundlage hierfür ist die positionsgenaue Arbeitskalkulation. Positionsgenau werden Leistungsstand und auflaufende Kosten gegenübergestellt und in zwei- bis vierwöchigem Abstand ein Soll-Ist-Vergleich durchgeführt [5.73.1; 5.74.1; 5.75.1].

Zusätzlich zur Kostenkontrollroutine wurde in einem Fall fortlaufend eine Baustandsdokumentation zur späteren Nachtragsbehandlung monatlich erstellt, in der der Leistungsstand nach Terminen dokumentiert und eine Bilddokumentation beigefügt wird.

Zusammenfassung/Hypothesen

Neben der Dokumentation des Bauverlaufs und dem Input der Lohnkosten durch die bauleitenden Monteure, liegt das Kostencontrolling umfassend bei Projektleitern und kaufmännischen Leitern der Projekte. Hierbei konnten zwei unterschiedliche Vorgehensweisen identifiziert werden.

Scheinbar überwiegend erfolgt das Kostencontrolling mit Hilfe der kaufmännischen Systeme durch globale Gegenüberstellung des auflaufenden Aufwands (Lohnkosten, Material- u. Fremdleistungsrechnungen) und dem zu erwartenden Ertrag (Zahlungsplan, Nachträge), ohne eine direkte Kopplung mit dem tatsächlichen Leistungsstand zu haben. In monatlichen „Prognosebesprechungen“ der Projektleiter und kaufmännischen Leiter erfolgt diese Gegenüberstellung zum Leistungsstand qualitativ im Controlling.

In einem Fall hingegen wurde ein „Kosten-Controlling-Programm“ eingesetzt, dass auf Basis einer positionsgenauen Arbeitskalkulation den bewerteten Leistungsstand, Kosten- und Zahlungsstand - auf die einzelnen Positionen bezogen - gegenüberstellt. Dies entspricht der Funktionalität der im Rohbau üblichen Controlling-Programme (z.B. Arriba Bauen).

4.7.5 Verbesserungsmöglichkeiten in der Baustellensteuerung

Identifizierte Merkmale

Es wurden durch die Befragten verschiedene Ansätze für eine verbesserte Baustellensteuerung angeregt:

Im Controlling der Baustellen könnten die bauleitenden Monteure bei entsprechender Weiterqualifikation aktiver beteiligt werden; so könnten ggf. Teilaufgaben auf die Bauleitung verlagert und gleichzeitig mehr vor Ort als aus dem Büro heraus agiert werden [1.76.1].

Das Controlling ist ebenfalls durch die z.T. von einzelnen Unternehmen schon erprobten „Kosten-Controlling-Programme“ zu verbessern. In einem Fall wurde die interne Entwicklung eines solchen verbesserten Controllings in Zukunft schon bei der Befragung geplant [4.76.1].

Ferner wurde eine verbesserte Koordination der Gewerke, d.h. innerhalb der eigenen Gewerke als auch zu Vor- und Nebengewerken (Roh- und Ausbau), als Verbesserungspotential genannt. Hier liege ein Weg in einer besseren Qualifikation der Bauleiter und gleichzeitig höheren Qualität bei den beauftragten Nachunternehmern [2.76.1].

Als internes Verbesserungsziel wurde eine umfangreichere Arbeitsvorbereitung und Baustellensteuerung angeführt. Der heute aus Kostengründen meist möglichst gering budgetierten technischen Bearbeitung sind letztlich die häufig auftretenden Mängel mit ihren resultierenden Mehrkosten und der beeinträchtigten Kundenzufriedenheit gegenzurechnen [3.76.2].

4.8 Baustelleneinrichtung

4.8.1 Baustelleneinrichtungsplanung

Identifizierte Merkmale

Aus der Untersuchung wurden zwei Vorgehensweisen für die Baustelleneinrichtungsplanung bei Großprojekten identifiziert:

Zum einen beschränken sich die Unternehmen darauf, ihren Bedarf an Stellflächen (für zentrale Einrichtungselemente) und Lagerflächen beim AG anzumelden. Ggf. werden hier gleichzeitig Vorschläge für Lage und Größe der einzelnen Bereiche eingereicht. In Abstimmung vor Ort mit dem AG und den Vor- und Nebengewerken (Roh- und Ausbau) werden die Flächen festgelegt und ggf. in einen Gesamteinrichtungsplan des AGs oder des Rohbauunternehmens eingepflegt [1.81.1; 2.81.1; 3.81.1].

Zum anderen werden eigene Baustelleneinrichtungspläne erstellt, in denen alle zentralen Einrichtungen und Lagerflächen (Ort, Lage) definiert werden. Zusammengefasst in

Grundrissplänen, wird abschließend die Baustelleneinrichtung mit den AG sowie den Vor- und Nebengewerken abgestimmt [4.81.1; 5.81.1].

Zusammenfassung/Hypothesen

Uneinheitlich werden entweder nur der Bedarf an Lager- und Stellflächen angegeben und mit dem AG und/oder den Vor- und Nebengewerken vor Ort definiert oder es werden eigene Baustelleneinrichtungspläne (Grundrisspläne) erstellt und abschließend mit dem AG und/oder den Vor- und Nebengewerken koordiniert.

4.8.2 Vorplanung von Arbeits-, Lagerflächen und Transportwegen

Identifizierte Merkmale

In den Installationsbereichen werden sporadisch und ohne direkte Ausweisung die Lagerflächen zwischen den Gewerken durch die bauleitenden Monteure und Poliere grob aufgeteilt bzw. abgesprochen. Das Detailvorgehen liegt meist in der Hand der Obermonteure und reicht von reiner mündlicher Absprache bis zur Plankennzeichnung und Genehmigung durch den AG.

Zusammenfassung/Hypothesen

Neben den zentralen Einrichtungs- und Lagerbereichen werden keine weiteren Arbeits-, Lagerflächen und Transportwege auf den Baustellen vorab definiert.

4.9 Beschaffung und Logistik

4.9.1 Beschaffung und Bereitstellung - „made to stock“-Material

Identifizierte Merkmale

Den „made to stock (MTS)“-Materialien sind reine Verbrauchsmaterialien, wie Schrauben, Dichtungen etc., und Stückwaren (Stangenwaren), wie Rohre, Hänger, Kabel etc., zuzuordnen.

Reine Verbrauchsmaterialien werden in allen Fällen durch Rahmenverträge beschafft und in zentralen Lagern auf den Baustellen für die Nachunternehmer vorgehalten. In Sonderfällen kann von einzelnen Lieferanten auch eine direkte Vorhaltung der Waren vor Ort erfolgen. Die Lagerhaltung wird i.d.R. meist durch den bauleitenden Monteur durchgeführt. Die Nachunternehmer entnehmen in Tagesmengen das erforderliche Material und verteilen es in Eigenregie an die Einbauorte.

Stück-/Stangenwaren werden über Abrufaufträge beschafft. Das Material wird beim Lieferanten zwischengelagert und kurzfristig, entsprechend des Baufortschritts und bestenfalls auch einem festen Abschnitt zugeordnet, in der notwendigen Menge durch den bauleitenden Monteur abgerufen [3.91.2; 4.91.2]. Im anderen Fall werden diese Mengen jedoch auch in Chargen wöchentlich und nicht festen Einbauabschnitten zugeordnet angeliefert [1.92.29].

Die Anlieferung erfolgt dann möglichst direkt bis zur Zwischenlagerung nahe dem Einbauort.

Zusammenfassung/Hypothesen

Die Beschaffung von MTS-Materialien ist weitestgehend einheitlich. Reine Verbrauchsmaterialien werden über Rahmenverträge beschafft und in Zentrallagern auf der Baustelle durch den TGU vorgehalten. Die Nachunternehmer entnehmen in Tagesmenge das erforderliche Material und verteilen es in Eigenregie.

Stück- oder Stangenwaren werden über Abrufaufträge im Idealfall nach Baufortschritt (Terminplan und Bauleitungsabstimmung) und je definierten Einbauabschnitt von den Lieferanten abgerufen und zeitnah bis an die Zwischenlagerung am Einbauort angeliefert. Alternativ aber werden diese Materialien auch in Einzelchargen regelmäßig ohne feste Zuordnung zu einem Bauabschnitt abgerufen und angeliefert.

4.9.2 Beschaffung und Bereitstellung - „made to order/engineered to order“-Material

Identifizierte Merkmale

Als „made to order (MTO)/engineered to order (ETO)“-Materialien werden Bauteile bezeichnet, die auf Bestellung gefertigt (z.B. Lüftungsschächte) oder gar erst geplant und anschließend gefertigt werden (z.B. vorgefertigte Baugruppen, Anlagengruppen).

Meist werden die Lieferfristen und Anlieferungstermine in der Terminplanung der Montage berücksichtigt und für größere Bauteile auch ausgewiesen [1.92.1; 2.92.1; 3.92.1; 4.92.2].

Die Materialien werden in aller Regel so früh wie möglich bestellt und nach Fertigung beim Lieferanten zwischengelagert [3.65.3]. Der Abruf und die Anlieferung erfolgt möglichst „just in time“, da z.T. Hebezeuge vorzuhalten sind. Das Material wird i.d.R. bis zum Einbauort angeliefert.

Zusammenfassung/Hypothesen

Der Beschaffungsprozess der MTO/ETO-Materialien ist in allen betrachteten Fällen identisch. Überwiegend bei großen Bauteilen werden die Lieferfristen und Anlieferungstermine in den Terminplan eingepflegt, da hier auch Transportkapazitäten auf den Baustellen

vorgehalten werden müssen. Der Abruf und die Anlieferung der Materialien soll in jedem Fall möglichst „just in time“ bis zum Einbauort erfolgen.

4.9.3 Logistikplanung

Identifizierte Merkmale

Die Erstellung einer Logistikplanung ist weitestgehend unbekannt und wird nicht verfolgt.

Einzelne Befragte führten hierfür Spezialfälle an: Bei innerstädtischen Großprojekten mit beengten Platzverhältnissen und Auflagen für die Anlieferung wurden durch den AG oder GU Rohbau ein Logistikdienstleister zur Konzipierung und Steuerung der Anlieferungen eingeschaltet. So wurden beispielsweise nur nach Voranmeldung den Unternehmen zur Anlieferung feste Zeitfenster zugeordnet [3.93.1]. In einem zweiten Fall wurden die Waren in einem Logistikcenter zwischengelagert. Nach Abruf von den Gewerken/Einzelunternehmen wurden die notwendigen Materialien umgelagert und mittels Klein-Lkw angeliefert [2.93.2].

Zusammenfassung/Hypothesen

Eine Planung und Steuerung der Logistik auf den Baustellen erfolgte bisweilen nicht; nur in Sonderfällen wurde die Materialanlieferung durch einen Dienstleister gesteuert.

4.9.4 Baustellentransporte

Identifizierte Merkmale/Zusammenfassung/Hypothesen

Die Materialannahme erfolgt durch die bauleitenden Monteure. Der gesamte Materialtransport auf den Baustellen wird in Eigenregie der Montagenachunternehmer und dessen Installationsgruppen durchgeführt. Sie stellen meist Helfer und Azubis für die Transportarbeiten ab.

4.9.5 Material-Identifikation

Identifizierte Merkmale/Zusammenfassung/Hypothesen

Alle Einbauteile - außer reine Verbrauchs- und Stangenmaterialien - werden gemäß den Vorgaben der Unternehmen mit Positionsnummern entsprechend des Montageplanes durch den Zulieferer beschriftet.

4.9.6 Logistik – Probleme und Verbesserungsansätze

Identifizierte Merkmale

Im Rahmen der Untersuchung konnten nachfolgende Problempunkte und Verbesserungsansätze in der Baulogistik identifiziert werden:

Es kommt häufig zu Terminengpässen in der Materiallieferung. Zum einen werden diese durch verspätete Baustellenabrufe, zum anderen aber auch durch Lieferprobleme der Zulieferer und Verzögerungen durch die Spediteure verursacht [1.96.2; 5.96.1].

Die Materialannahme auf den Baustellen erfolgt in vielen Fällen ungeplant, sodass unkoordinierte Anlieferungen stattfinden. Hier wäre eine bessere Koordination zwischen Bauleitung und Zulieferern sinnvoll. Zusätzlich wird bei der Anlieferung vielfach das Material nicht vollständig kontrolliert, so dass es schnell zu Fehllieferungen und Mindermengen kommen kann, die zu direkten Verzögerungen bei der Montage führen können [3.96.1].

In der Baustellenlagerung ist in vielen Fällen die Ordnung zu verbessern. Dadurch könnten die auftretenden Suchzeiten verringert werden [3.96.2]. Ferner wurde genannt, dass in Großprojekten ein Lagerist zentral die Materialannahme, -verwaltung und -weiterverteilung an die Nachunternehmer anstatt der jeweiligen bauleitenden Obermonteure durchführen könnte. Der zusätzliche Personalaufwand wäre der Entlastung der Obermonteure gegenzurechnen [4.96.1].

Bei der Materialbereitstellung für die Montagegruppen wurde in einem Fall auf die Verbesserung durch einen Nachunternehmer verwiesen. Dieser stellte einen Helfer zur Montagevorbereitung ab, der sämtliche Materialien für den kommenden Tag an den Einbaustellen platzierte und vorbereitete.

Zusammenfassung/Hypothesen

Zum einen bestehen häufig Schnittstellenprobleme und Verspätungen zwischen Baustelle und Lieferanten. Durch verspätete Baustellenabrufe und fehlender Vorschau für den Lieferanten können Lieferprobleme (verspätete Materialbereitstellung ab Werk und Auslieferung durch Spediteur) auftreten.

Daneben ist die interne Materialdisposition auf den Baustellen durch eine verbesserte Koordination der Anlieferung, vollständiger Wareneingangskontrolle, ordentliche Lagerung und zentrale Organisation, z.B. durch einen Lageristen, zu verbessern. In der Materialbereitstellung am Einbauort könnte die Initiative eines Nachunternehmers, der zusätzlich einen Helfer für die Materialvorbereitung und Positionierung im Vorlauf zur Montage einsetzte, beispielhaft sein.

4.10 Installationsarbeiten

4.10.1 Arbeitskoordination – Anweisung und Informationsaustausch

Identifizierte Merkmale/Zusammenfassung/Hypothesen

Die Arbeitskoordination und der Informationsaustausch zwischen den bauleitenden Monteuren und beauftragten Nachunternehmer-Montagegruppen erfolgt in allen Fällen kontinuierlich und kurzfristig während des Arbeitstages. Ferner wurden in den meisten Fällen in einem fixen Morgenmeeting die Arbeitspakete zuvor besprochen [3.101.1; 4.101.1; 5.101.1]. In einem betrachteten Fall erfolgt eine wöchentliche Koordinationsbesprechung zwischen bauleitendem Monteur und Nachunternehmer [2.101.1].

4.10.2 Ordnung und Sauberkeit

Identifizierte Merkmale

Der Ordnung und Sauberkeit wird von den Befragten ein hoher Stellenwert zugesprochen, gleichzeitig werden diese bei Großprojekten als meist sehr schlecht eingestuft. Sie sind unter anderem von folgenden Faktoren abhängig:

- Anzahl der Nachunternehmer: Je größer, desto schwieriger ist der Verursacher durch den verantwortlichen bauleitenden Monteur auszumachen [2.102.2]
- Personenabhängig von der Praxis des verantwortlichen Obermonteurs [3.102.1]
- Stellenwert und Praxis auf der Gesamtbaustelle, beginnend bei den Rohbauarbeiten [5.102.2]
- Vorgaben des AGs, z.B. durch umlagefinanzierte Baureinigung und Baustellenentsorgung [5.102.3]
- Meist reduziertes Helferpersonal in allen Gewerken [5.102.4]

Als Auswirkungen einer schlechten Ordnung und Sauberkeit wurde angegeben, dass die Suchzeiten beim Montagepersonal erhöht sind und indirekter Mehraufwand auch für die bauleitenden Monteure besteht [2.102.3, 3.102.2]. Zusätzlich wirken sich schlechte Ordnung und Sauberkeit auch indirekt durch ein schlechtes Bild der Baustellen auf die Kundenzufriedenheit aus [3.102.2].

Zusammenfassung/Hypothesen

Der Ordnung und Sauberkeit wird eigentlich ein hoher Stellenwert zugemessen, und ihre Auswirkungen in indirekten Mehraufwendungen in der Bauleitung, höheren Suchzeiten in der Montage und auf die Kundenzufriedenheit sind ebenfalls bekannt. Die Ordnung und Sauberkeit wird insgesamt meist als schlecht in den Großprojekten eingestuft. Sie sind u. a. abhängig von den verantwortlichen bauleitenden Monteuren, den eigenen Unternehmensvorgaben, der Anzahl der Nachunternehmer und des verbundenen Koordinationsaufwandes, den Vorgaben des AGs (durch beispielsweise umlagefinanzierte zentrale Baureinigung und Entsorgung) als auch von der gängigen Praxis der anderen Gewerke (Roh- und Ausbau).

4.10.3 Einsatz von Standard-Arbeitsplätzen (Werkzeugstandardisierung)

Identifizierte Merkmale/Zusammenfassung/Hypothesen

Für die Montagearbeiten werden keine Standard-Arbeitsplätze mit Werkzeug-standardisierung, vergleichbar mit der stationären Industrie, eingerichtet.

4.10.4 Probleme und Verbesserungsansätze der Installationsarbeiten

Identifizierte Merkmale

Aufgrund der heutigen Randbedingungen in der Bauabwicklung (Termindruck, Preisdumping) bei den Großprojekten wurden in der Untersuchung von den Befragten folgende Problempunkte angeführt:

- durch die kurzen Vorlaufzeiten zwischen Vergabe und Baubeginn entstehen häufig nur unzureichende Arbeitsvorbereitungen, was sich letztlich auf die Baustellenproduktivität und den Bauleitungsaufwand auswirkt [2.112.1; 3.104.1]
- in den Technik-Installationen kommt es vermehrt zu Qualitätsproblemen und Nacharbeiten [1.104.3]. Neue Materialien und Bauteile erfordern eine erhöhte Montagequalität. Gleichzeitig ist zunehmend zu beobachten, dass die Eigenkontrolle des Facharbeiters vernachlässigt wird. So werden Mängel und Fehler teils mit erheblichen Zusatzkosten erst bei der Inbetriebnahme und Abnahme aufgefunden. Hier liegt ein Grund auch in der verschlechterten Qualifikation der Monteure [3.104.2]
- viele Koordinationsprobleme auf der Baustelle treten mit den Nachunternehmern [2.102.1] auf. In vielen Fällen sind diese auch auf Kommunikationsprobleme zurückzuführen. So können kleinere Probleme durch Sprachbarrieren nicht direkt gelöst werden; es verlängern sich die Kommunikationswege über die Bauleitung, was letztlich zu unkalkulierten Mehraufwendungen führt bzw. Personal bindet [5.104.1]

Zusammenfassung/Hypothesen

Im Rahmen der Untersuchungen wurden neben vielen möglichen die nachfolgenden Problempunkte in den Installationsarbeiten auf den Baustellen durch die Beteiligten angeführt:

Die Arbeitsvorbereitungen in den Unternehmen sind heute wegen geringer Projektvorlaufzeiten und knapp kalkulierten Ressourcen vielfach unzureichend.

Durch erhöhte technische Anforderungen ist eine höhere Montagequalität erforderlich. Gleichzeitig schwindet die Eigenkontrolle des Montagepersonals. Allgemein ist eine Verschlechterung der Personalqualifikation und insgesamt der Nachunternehmer zu beobachten.

Zusätzlich entstehen auf den Baustellen vielfach Koordinationsprobleme, da durch Sprachbarrieren eine direkte Problemlösung häufig nicht möglich ist. Bauleitungskapazitäten werden so zunehmend gebunden.

4.11 Ausblick – Lean Production als Gestaltungsprinzip

4.11.1 Einsatz und Nutzen

Identifizierte Merkmale

Der Begriff „Lean Production“ war in 3 von 5 Fällen bekannt, jedoch konnte in allen Fällen der Nutzen einer Anwendung im Bauwesen nicht eingeschätzt werden. Zum einen wurden fehlende Kenntnisse über Prinzipien und Methoden der Lean Production als auch an deren Übertragbarkeit auf den Bausektor hierfür angeführt. Für eine Umsetzung der Lean-Production-Methoden sind flexible Werkzeuge erforderlich, die der Aufgabe der Baustellensteuerung in einfacher Weise gerecht werden können [2.121.3].

Als fiktive Einsatzziele und -möglichkeiten von Methoden der Lean Production wurden angeführt:

- Verbesserung der Koordination der Baubeteiligten [2.121.2]
- Erhöhte Standardisierung von Organisationsabläufen [3.112.2]
- Standardisierung von Montageprozessen zur Qualitätssicherung und Vereinfachung der Wartungsarbeiten in der Betriebsphase [3.112.3]

Zusammenfassung/Hypothesen

Aufgrund geringer Kenntnis der Methoden und bestehender Vorbehalte, begründet in der beschränkten Vergleichbarkeit der Bau- und Industrieproduktion, konnte von den Befragten der Nutzen der Lean-Production-Methoden im Bauwesen nicht und deren Einsatzmöglichkeiten nur sehr bedingt eingeschätzt werden.

5 Ergebnisse und Ausblick

Die Ergebnisse dieser Untersuchung sind erstens ein qualitatives Abbild der heutigen Projektabwicklungspraxis aus der Sichtweise des TGU und zweitens die in Schlussfolgerung daraus abgeleiteten Best-Practice-Handlungsempfehlungen an die Projektbeteiligten. Die Aussagekraft dieser Ergebnisse wird in einer abschließenden Diskussion kritisch bewertet und der weitere Forschungsbedarf als Ausblick formuliert.

5.1 Qualitatives Bild der Projektabwicklungspraxis und Geschäftsprozesse

Mit dieser empirischen Untersuchung konnte erstmals ein qualitatives Bild über die Projektabwicklungspraxis in der TGA-Branche aus der Sicht des TGU und seiner Geschäftsprozesse geschaffen werden. Auf den einzelnen Geschäftsprozessebenen konnten so wesentliche Erkenntnisse über die tägliche Praxis in den TGA-Großprojekten erzielt werden. Diese wurden als Hypothesen im Quervergleich der Fallstudien (Kap. 4 zusammengefasst). Neben dem Ist-Zustand der Abwicklung lassen sich aus der Untersuchung ebenfalls auf bestehende Problempunkte und Verbesserungsansätze in der Projektabwicklung schließen. Sie sind die Ansatzpunkte für die folgenden Best-Practice-Handlungsempfehlungen.

5.2 Best-Practice-Handlungsempfehlungen

In Schlussfolgerung aus dem Abbild der Ausführungspraxis, dem Quervergleich der einzelnen Fälle, den Problempunkten und dem Vorverständnis zur Produktivitätssteigerung in der Organisation und Abwicklung von TGA-Projekten lassen sich Best-Practice-Handlungsempfehlungen gewinnen und in den nachfolgenden Tabellen zusammenfassen. Sie wurden in erster Ebene nach der in der Untersuchung gewählten Geschäftsprozessstruktur und in einer zweiten Ebene thematisch gegliedert. Ergänzend wurden den einzelnen Handlungsempfehlungen die jeweils angesprochenen Projektbeteiligten (Auftraggeber, Planer, Ausführende) zugeordnet.

Mit diesen Empfehlungen wurde als Ergebnis der Studie versucht, möglichst praxisnahe Ideen und Ansätze zur Verbesserung darzustellen. Zum einen sind diese in einzelnen Unternehmen heute bereits schon umgesetzt und von den TGU sogleich nachvollziehbar. Zum anderen stellen sie Fernziele der weiteren Entwicklung in Forschung und Praxis dar. Für sie gilt es zukünftig, praxismgerechte Methoden und Werkzeuge zu finden, um die Umsetzung dieser Empfehlungen in die Projektrealität zu verwirklichen.

Thema		Best-Practice-Handlungsempfehlungen	beteiligt
Vertrags- und Vergabestrategie	Projekteintritt TGU	<p>Um den Handlungsspielraum der TGU zu vergrößern, wäre eine frühere Beteiligung in den Projekten erforderlich und ein höherer Stellenwert der Technik von Projektbeginn an einzuräumen. Der TGU kann so mögliche Verbesserungspotentiale auf den Baustellen (z.B. Vorfertigung, Bauablaufoptimierungen) überhaupt erst umsetzen und sein Installations-Know-how nutzen. Folgende Maßnahmen sind zu empfehlen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Synchronisierung der Planungsphasen der Gebäudeplanung und Gebäudetechnikplanung ▪ Beteiligung der TGU in der Projektphase der Entwurfs- und Ausführungsphase der Technikplanung ▪ Stärkere und frühere Einbindung durch TGU-Vergaben auf Basis funktionaler Ausschreibungen (Typ 1/Typ 2)¹ ▪ TGÜ-Vergaben bei hohem Anteil der Haustechnik erwägen 	AG TGU
	Auftragsstruktur	<p>Der eigene Handlungsspielraum der TGU ist stark durch die Beauftragung und vertragliche Abhängigkeit bestimmt. Die TGU sollten in ihrer Marktstrategie versuchen, die derzeitige Position in den Projekten als Neben- und Nachunternehmer zu stärken. Folgende Maßnahmen sind unternehmensspezifisch zu prüfen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Strategische Wettbewerbskooperationen mit Generalunternehmern in Projekten mit durchschnittlichen Technikanteilen suchen (vgl. Marktentwicklung zum Gesamtleistungsanbietermarkt) ▪ Stärkung der Marktpräsenz als federführender TGÜ in Projekten mit hohen Technikanteilen durch Kompetenzaufbau und aktives Marketing 	TGU
	Eigen- u. Nachunternehmerleistungen	<p>Die Ausgangssituation, dass NU-Vergaben heute die Regel und die Personalressourcen bei den TGU für Großprojekte nicht vorhanden sind, soll hier als Fakt und Vorgabe für die getroffenen Handlungsempfehlungen verstanden werden.</p> <p>Die unternehmensspezifische Praxis der Leistungsvergabe mit oder ohne Planungsleistungen ist in Einzelfällen zu prüfen und kann nicht verallgemeinert werden. Grundsätzliche Maßnahmen sollten berücksichtigt werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Langfristige Partnerschaften sind mit qualifizierten Nachunternehmern anzustreben (Nachunternehmerkooperationen) ▪ Frühzeitige und fortwährende Einbindung und Beteiligung der NU in die Projektabwicklung (z.B. Montageplanung, Bauablaufplanung, Verbesserungsprozess) 	TGU NU

¹ Typ 1 bezeichnet hier die funktionale Ausschreibung auf Basis der Entwurfsplanung; Typ 2 der funktionalen Ausschreibung erfolgt auf dem Planungsstand der Vorplanung (Raumkonzept)

	Nach- unternehmer- kooperationen	Die Nachunternehmerkooperationen sind zu intensivieren und ausschließlich in der Beauftragung zu berücksichtigen. Dabei sollen Gesamtprojekt bezogene Kriterien, wie Bauleitungs- und Projektleitungsaufwand, Qualität und Kundenzufriedenheit, als die Treiber einer Kooperation angesehen werden. Empfohlene Maßnahmen: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Pool an kooperierenden Nachunternehmer unternehmensintern bilden ▪ Vertragliche Bindung über Rahmenverträge und Vereinbarung eines Einheitspreiskatalogs zur eigenen Kalkulation 	
--	--	---	--

	Thema	Best-Practice-Handlungsempfehlungen	beteiligt
Projektorganisation u. Personal	Personelle Projektorganisation	Die Projektabwicklung sollte von einem verantwortlichen Bauleiter (Ingenieur) vor Ort gebündelt werden. Er soll zum einen die einzelnen Teilgewerke in der Koordination der Planung und Ausführung mit dem AG und Nebengewerken intern bündeln und die Bauabwicklung vor Ort maßgeblich, vergleichbar des Rohbau-Bauleiters, leiten. So können Kompetenzen auf die Baustellen verlagert und die Projektleitung, die heute vielfach meist aus der Niederlassung heraus agiert, umstrukturiert werden.	TGU
	Kontinuierliche Verbesserung	Es sollten organisatorische Strukturen geschaffen werden, um die Mitarbeiter zu ermutigen, Verbesserungsvorschläge einzubringen und diese im Unternehmen umzusetzen. Maßnahmen: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Einführung eines Konzepts der Kontinuierlichen Verbesserung (KVP) 	TGU

	Thema	Best-Practice-Handlungsempfehlungen	beteiligt
Baustrategie – Vorfertigung und Vormontage	Vorfertigung u. Vormontage	<p>Die Vorteile der Vorfertigung und Vormontage sollten intensiver genutzt werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Systematische Überprüfung und Modularisierung der Planungen hinsichtlich Vorfertigung und Vormontage ▪ Alternativlösungen der Vorfertigung als Nebenangebot für konventionelle Ausschreibungen verstärkt anbieten ▪ Berücksichtigung bestehender Lösungen aus dem Zuliefermarkt ▪ Entwicklung eigener offener und flexibler Systemlösungen bis hin zu integrierten Lösungen (mehrere Gewerke umfassende Baugruppen) als Eigenfertigung oder Vorgabe an Zulieferer 	TGU
	Vorfertigungsplanung	Der Idealfall, die Berücksichtigung von Vorfertigung/Vormontage bereits in der Entwurfsplanung, sollte durch den TGU forciert werden. So könnten modularisierte und auf Vorfertigung optimierte Entwurfsplanungen in TGU/TGÜ-Projekten umgesetzt werden (vgl. Vertrags- und Vergabestrategie)	TGU
	Großmodulbauweise	Die Großmodulbauweise (Containerbauweise) stellt zwar den Ausnahmefall dar, ist jedoch in TGÜ-Aufträgen der Haustechnik als wirtschaftliche Lösung zu verfolgen.	TGU
	Fehlende Planungssicherheit und Planungszeit	<p>Um Vorfertigung in den Projekten einsetzen zu können, ist eine frühzeitige Planungssicherheit erforderlich. Die Kundenbedürfnisse sind durch die Bauherren zu einem früheren Zeitpunkt als heute üblich zu fixieren. Die Kostenvorteile der Vorfertigungsbauweise sind dabei der heute vielfach aus Gründen der Flexibilität vorgezogenen konventionellen Bauweise gegenüberzustellen und den Kunden transparent zu machen.</p> <p>Daneben müssen zumindest in der Ausführungs- und Montageplanung ausreichende Planungs- und Vorbereitungszeiten zur Verfügung gestellt werden, um genügend Vorlaufzeiten für die Planung und Fertigung zu haben. So hätte der TGU den Freiraum, Vorfertigungen noch in der späten Projektphase der Ausführungsplanungen umzusetzen.</p>	AG
	Fehlende Einbindung im Bauablauf	<p>Um die Vorfertigung zu steigern, ist das Gewerk frühzeitig in die Ablaufplanung des Gesamtprojekts einzubinden. Nur so sind die notwendigen Voraussetzungen, wie z.B. die Gebäudeeinbringung von vormontierten Baugruppen, Sicherstellung von Vorleistung für nachfolgende Gewerke, erfüllt. Hierfür sind die folgenden Maßnahmen empfohlen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Verbesserte Gesamtbauablaufplanung von Seiten der AG unter Beteiligung aller Gewerke ▪ Federführung in der Gesamtplanung als TGÜ 	AG TGU

Thema		Best-Practice-Handlungsempfehlungen	beteiligt
Montageplanung	Qualität der Planungsvorgabe	<p>Um die meist schlechte Qualität der Planungsvorgaben nachhaltig zu verbessern, wäre zukünftig erforderlich:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Auskömmliche Honorare der Fachplaner und Einsatz von qualifizierten Planungsbüros ▪ Frühzeitige Einbindung der Technikplanung bereits in der Vorplanung der Gebäude, um die Planungszeiten der Technik zu verlängern (vgl. Projekteintritt TGU) ▪ Weiterqualifikation der Fachplaner, besonders in ihrem Montage-Know-how ▪ Alternativ: TGU-Vergaben mit Eigenplanung 	AG Fachplaner
	Leitungsplanung	<p>Eine bessere Koordination der Gewerke in der Leitungsplanung ist erforderlich. Um dies zu erreichen, sind folgende Maßnahmen denkbar:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Verbesserung der Qualität der Planungsvorgabe, besonders in der Koordination mit der Gebäudeplanung ▪ Einführung einer integrierten Leitungsplanung², in der eine Gewerke übergreifende Planung in einer Hand für die Technik erstellt wird (Vorteile: Leitungsoptimierungen, Schnittstellenreduktion, Synergieeffekte) 	Fachplaner TGU
	3-D-Planungswerkzeuge	<p>Um die bestehenden Standardwerkzeuge der 3-D-CAD voll zu nutzen, ist es erforderlich, dass durchgehend vom Gebäudeentwurf die Planungen in 3-D-Modellen erstellt werden. Die Vorteile der 3-D-Planung bestehen in allen Stufen der Planung und Ausführung. Aus den Erfahrungen führen 3-D Planungen in der gesamten Planung zu einer verbesserten Planungsqualität. Der Einsatz von 3-D-Planungen sollte deswegen trotz ggf. erhöhter Planungskosten durch den AG forciert werden. Die Einsparungen durch verbesserte Planungen in den Ausführungen kompensieren in der Regel die höheren Planungskosten.</p> <p>Die TGU sollten den Einsatz der 3-D-Werkzeuge bereits im Eigeninteresse erhöhen und weiterentwickeln (Bsp. Verknüpfung mit digitaler Materialidentifikation/Barcode-Systeme, Erweiterung in CAFM-Systemen u. ä.)</p>	AG TGU
	3-D-Visualisierung in Montage	<p>Bestehende 3-D-Planungen sollten auch in der Montage zur Visualisierung verstärkt genutzt werden. So wäre zukünftig neben der Bereitstellung von 3-D-Montageplänen denkbar, als weitere Innovation den Montagegruppen auf portablen Pocket-PC´s die 3-D-Planungen zu visualisieren.</p>	TGU

² Die Zusammenführung der Leitungsplanung als integrierte Leitungstechnik im Hochbau wurde bereits beispielhaft von einem Fachplaner durchgeführt [www.digitales-bauen.de]

	Thema	Best-Practice-Handlungsempfehlungen	beteiligt
Ablauf- und Terminplanung	Allgemein	Heute wird der Arbeitsvorbereitung und Ablaufplanung i. Allg. eine zu geringe Bedeutung eingeräumt und in der technischen Bearbeitung nur vordergründig Kosten und Zeit eingespart. Hier sollten mehr Ressourcen kalkuliert werden, ebenfalls sollten die Chancen auf Einsparung in den Gesamtkosten des Projekts anstatt in den vordergründigen Einsparungen in der Planung gesehen werden.	TGU
	Vorgaben und Erstellung	Der Handlungsspielraum der Ausführenden sollte nicht durch die Vorgaben (AG/Projektsteuerung) im RTP derart eingeschränkt werden, dass dem TGU nur eine passive Rolle in der Gestaltung des Ablaufs zufällt. Vielmehr sollte der TGU gefordert und gefördert werden, sein Know-how und Optimierungen im Ablauf einzubringen. Aus diesem Grunde sollte in den Projekten basierend auf einer Grobplanung und unter Beteiligung aller ausführenden Gewerke eine Rahmenterminplanung und Bauablaufplanung kooperativ detailliert werden. Der TGU sollte aber in allen Fällen aktiv eine Bauablauf- und Terminplanung für seine Gewerke erstellen, um eine interne Planungsgrundlage zur Baustellensteuerung zu besitzen.	AG TGU
	Gewerkekoordination	Die Koordination zwischen den Gewerken muss nicht alleinig, zentral durch AG/Projektsteuerung erfolgen, sondern stärker auf die Ebene der Ausführenden verlagert werden. Der AG muss eine „aktive kooperative Ablaufplanung“ von allen Beteiligten einfordern und in Projektroutinen verankern. Der TGU sollte eine aktive kooperative Ablaufplanung zur eigenen Verbesserung und zur Kundenzufriedenheit unterstützen. Dies bedeutet beispielsweise heute bereits, sein Know-how zur Verbesserung einzubringen, Bauzeitverkürzungen einzelner Pakete nicht zu puffern, sondern zu dokumentieren und im Sinne des Gesamtprojekts an den AG freizugeben.	AG TGU
	Planungswerkzeuge/Detailierung	Die Terminplanung und -steuerung sollte auf der Ebene einer Rahmenterminplanung in den bestehenden Routinen und Werkzeugen beibehalten werden. Ergänzend sollte eine Vorschauplanung erstellt werden, in der die einzelnen Ablaufvorgänge mittels „Controlling-Listen“ in Arbeitspaketen weiter aufgeschlüsselt sowie deren Erfüllung durch die Arbeitsgruppen tagesgenau zu überprüfen sind.	TGU
	Zuständigkeit	Die Bauablaufplanung mit erhöhter Detaillierung (vgl. Planungswerkzeuge/Detailierung) sollte auf zwei Ebenen erfolgen. Die Grobplanung und Grobkoordination mit anderen Gewerken erfolgt maßgeblich weiterhin durch die leitenden Ingenieure und beteiligten Nachunternehmer. Die detaillierte Vorschau-Planung in Arbeitspaketen erfordert in zweiter Ebene die Beteiligung der bauleitenden Monteure und Nachunternehmer. Hier sollte kooperativ auf der Ebene der Baustelle die Ablaufplanung zusammen mit den leitenden Ingenieuren fortgeführt werden.	TGU
	Analysen von Einsparpotentialen	Zur Identifizierung und Umsetzung von Einsparpotentialen in den Projekten sollten Unternehmensstandards (Ablaufschemas, Verfahrensanweisungen, Checklisten) erarbeitet werden. Neben Einsparungen durch kostengünstigere Materialien, Konstruktionen und Vorfertigung sollten Verbesserungen in der Bauablaufgestaltung und -planung gesucht werden. Hierzu sollte ein „Denken in Prozessen“ entwickelt und Methoden der Prozessanalyse angewendet werden.	TGU

	Standardisierung der Montageabläufe	Ergänzend zu bestehenden Standardisierungen in der Bauleitung- und Projektabwicklung (Bau- und Projektleitungshandbüchern) könnten für sich häufig wiederholende Montageabläufe in ihren Installationsschritten Werkzeug- und Hilfsmiteinsatz stärker standardisiert, dokumentiert und durch das Personal weiterentwickelt werden.	TGU NU
--	-------------------------------------	--	-----------

	Thema	Best-Practice-Handlungsempfehlungen	beteiligt
Produktionsmanagement	Baustellensteuerung	Die heutige Steuerung der Baustellen weist meist Mängel in der externen (Vor- u. Nebengewerke) und internen (Einzelgewerke) Koordination auf. Hier sollen verbindliche Steuerungsroutinen entwickelt und festgelegt werden. Feste Regeln, Abläufe und Hilfsmittel für Koordinationsbesprechungen stellen die Basis für eine notwendige intensivere Koordination unter den Beteiligten dar. Nicht übergeordnet, sondern unter Teilnahme der Montagevorarbeiter, sollen die Bauabläufe geplant, verbindlich unter den Beteiligten terminiert und bei auftretenden Störungen Ursachen gefunden und Gegenmaßnahmen eingeleitet werden.	TGU NU
	Unternehmensstandards der Bauorganisation/Werkzeuge	Die heute als Standard eingesetzten Verfahrenshandbücher des QM sind durch die Mitarbeiter praxisnah weiterzuentwickeln: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Festlegung des übergeordneten Ziels, alle Unternehmensabläufe in Verantwortung der einzelnen operativen Einheit zu standardisieren und dokumentieren ▪ Schulung und Umsetzung der Unternehmensstandards ▪ Praxisnahe Entwicklung und Weiterentwicklung in einzelnen operativen Einheiten ▪ Standardisierung, Weiterentwicklung und Einsatz von Werkzeugen der Bauorganisation (z.B. Dokumentenmanagementsysteme, Planverwaltungssysteme, Wissensmanagementsysteme etc.) 	TGU
	Kaufm. Controlling	Das Baustellencontrolling soll durch die Einführung von „Kosten-Controlling-Programmen“ zeitnaher erfolgen und an den tatsächlichen Leistungsstand im fortlaufenden Soll-Ist-Vergleich gekoppelt werden. Hierfür sollten gängige „Kosten-Controlling-Programme“ eingeführt werden, die auf Basis einer Arbeitskalkulation den regelmäßig bewerteten Leistungsstand dem Kosten- und Zahlungsstand (auf einzelne Positionen bezogen) gegenüberstellt.	TGU

	Thema	Best-Practice-Handlungsempfehlungen	beteiligt
Baustelleneinrichtung	Planung	Der TGU sollte in den Großprojekten statt den häufig getätigten globalen Vorgaben an Platzbedarf eine eigene Baustelleneinrichtung in Abstimmung mit AG und allen Vor- und Nebengewerken planen. Neben den zentralen Bereichen (Zentrallager, Bauleitung etc.) ist ergänzend eine Vorplanung der Arbeits-, Lagerflächen und Transportwege in den Arbeitsbereichen (Geschossebene) im Vorfeld sinnvoll. Größter Mehrwert wird bei Übertragung dieser Detailplanung auf das Gesamtprojekt (Koordination mit allen Nebengewerken) erreicht.	

	Thema	Best-Practice-Handlungsempfehlungen	beteiligt
Beschaffung und Logistik	MTS- Material	<p>Die Bereitstellung von Verbrauchsmaterialien (Schrauben, Schellen etc.) erfolgt auf der Baustelle heute meist in zentralen Lagern. Folgende Verbesserungen können zusätzlich umgesetzt werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Zentrallager mit Regal- und Behältersystemen ausstatten ▪ Beschaffungsroutinen (Materialabruf, Bereitstellung) standardisieren ▪ Standardisierte und auf jeweilige Installationsarbeit angepasste mobile Materialcontainer zur Bereitstellung und dezentralen Lagerung an der Einbaustelle vorhalten <p>Die Stück- und Stangenwaren werden z.T. heute bereits von Unternehmen nach Baufortschritt für jeweils einen einzelnen Einbauabschnitt abgerufen und direkt bis zum Zwischenlager am Einbauort angeliefert. Ergänzend sind noch folgende Verbesserungsvorschläge anzuführen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Beschaffungsroutinen (Materialabruf, Bereitstellung) standardisieren ▪ Einsatz von Standardmaterialgebinde (Palettierung, Behälter) 	TGU NU
	MTO-/ETO-Material	<p>Bei MTO- und ETO-Materialien ist nicht nur die zeitgerechte Bestellung sicherzustellen, sondern auch, dass die Bereitstellung auf der Baustelle möglichst „just in time“ per Abruf erfolgt. Aufgrund der Störungen im Bauablauf werden heute vielfach die Materialien zuvor gepuffert. Hier sollte eine Ein-Lager-Strategie, d.h. auf der Baustelle oder beim Lieferanten, eingehalten und die Vorlaufzeiten für den Materialabruf im Vorfeld fixiert werden.</p>	TGU Lieferant
	Logistikplanung und Materialdisposition	<p>Zur Verbesserung der Baustellenlogistik sollten, neben der bereits z.T. praktizierten Anlieferungssteuerung, vor allem die Logistikprozesse auf den Baustellen mehr geplant werden. Hierfür sind Standardlösungen der Lagerung, des Transports und der Bereitstellung und Entsorgung zu entwickeln, die auf die spezifischen Projektbedingungen anzupassen sind.</p> <p>Die gesamte Materialdisposition ist i. Allg. durch eine verbesserte Koordination der Anlieferung, vollständigere Wareneingangskontrolle, ordentliche Lagerung und zentrale Organisation wesentlich zu verbessern.</p>	TGU NU
	Baustellentransporte	<p>Die Baustellentransporte sollten noch mehr von den eigentlichen Montagearbeiten entkoppelt werden. Mögliche Maßnahmen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Einsatz von Hilfskräften zur Vorbereitung und Materialplatzierung im Vorlauf zur Montage (gewerkeübergreifend) 	TGU NU

Thema		Best-Practice-Handlungsempfehlungen	beteiligt
Installationsarbeiten	Qualität	Um die Qualität in der Montage zu verbessern, werden folgende Maßnahmen vorgeschlagen: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Einsatz qualifizierter Nachunternehmer ▪ Verstärkung der Eigenkontrolle der Monteure durch Qualitätssicherungsrouitinen (Bsp.: Markierregeln bei Verpressen von Pressfitting-Verbindungen) und Montagedokumentationen ▪ Schärfung des Qualitätsbewusstseins der Monteure 	TGU NU
	Ordnung & Sauberkeit	Die Ordnung und Sauberkeit kann durch folgende Maßnahmen verbessert werden: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Der AG sollte Anforderungen der Q&S in den Verträgen fixieren und ihre Einhaltung verfolgen ▪ Einsatz von umlagefinanzierten Reinigungs- und Entsorgungsdienstleistungen ▪ Schulung der Mitarbeiter und Einführung von Standardisierung und Visualisierung (5S-Methode³ etc.) der Arbeits- und Lagerflächen 	AG TGU NU
	Arbeitsplätze und Werkzeuge	Einsatz von standardisierten, für Montagearbeit konfigurierten Hilfsmitteln, Hebezeugen und Werkzeugen (Standardarbeitsplätze: z.B.: mobile Werkbänke, modifizierte Hebebühnenarbeitsplätze etc.)	TGU NU

³ 5S-Methode: ist eine Methode aus der industriellen Produktion zur Sicherung von Ordnung und Sauberkeit.

5.3 Diskussion und Ausblick

Das Ziel dieser Untersuchung, ein qualitatives Bild über die Praxis der Projektabwicklung aus Sicht des TGU zu erlangen, konnte mit dem gewählten Fallstudiendesign in ausreichender Güte erreicht werden. Die identifizierten Merkmale der heutigen Projektabwicklungspraxis und den verbundenen Geschäftsprozessen des TGU wurden als Hypothesen zusammengefasst. Zur vollständigen Verallgemeinerung bedarf es noch einer weiteren empirischen Untersuchung (quantitative Analysen oder Befragungen größeren Umfangs) in der Zukunft.

Das erreichte qualitative Bild über die Projektabwicklung und Geschäftsprozesse des TGU sowie deren identifizierten Problemfelder bilden das Vorverständnis und den Ausgangspunkt für die angestrebte Umsetzung einer verbesserten Organisation in den Geschäftsprozessen. Die Umsetzung der formulierten Best-Practice-Handlungsempfehlungen soll in Rückgriff auf industrielle Gestaltungsprinzipien, Methoden und Werkzeuge so vorbereitet werden und stellt ein Ziel für weitere Forschungsarbeiten dar.

A1 Anhang 1: Forschungsmethodik der empirischen Untersuchung

Im Folgenden werden die eingesetzten Methoden und das gewählte Forschungsdesign der empirischen Untersuchung beschrieben. Zur Lösung der gestellten Forschungsfrage wurde in der Methodenwahl und Gestaltung des Untersuchungsplans auf die wissenschaftlichen Methoden der Qualitativen Sozialforschung zurückgegriffen.

Das Ziel der Untersuchung ist die Analyse der komplexen, baubetrieblichen Abwicklung der TGA-Projekte aus Sicht des verantwortlich ausführenden Unternehmers. Die hier zu untersuchenden Geschäftsprozesse der Unternehmen müssen zwangsläufig immer in ihrem Gesamtkontext der Projektabwicklung und Projektspezifikation betrachtet werden, um die realen Sachverhalte im Entdeckungszusammenhang zutreffend beschreiben zu können. Diese Anforderung erfüllen qualitative Fallstudien als Erkenntnismethode [Mayring 2002, S.41 ff; Kittel-Wegner 2002, S.40]. Als forschungsmethodische Basis von Fallstudien existieren je nach Ziel und Untersuchungsgegenstand unterschiedliche, geeignete Forschungsdesigns.

A1.1 Grundlagen - Klassifizierung von Fallstudien

In der Literatur sind verschiedene Varianten von Fallstudien zu finden, die sich nach Untersuchungsgegenstand, Verwendung in Lehre, Präsentation oder Forschung und innerhalb dessen nach dem Forschungsziel (exploratorisch – neue Aussagen gewinnend/konfirmatorisch – Aussagen überprüfend) unterscheiden. Jenseits dieser Unterscheidung wird allgemein weiter nach dem Zweck zwischen illustrativen Lehrfallstudien und Forschungsfallstudien unterschieden [Kittel-Wegner 2002, S.16].

Darüber hinaus ist zwischen Single- und Multiple-Case-Studie zu unterscheiden: Die Single-Case-Studie untersucht nur einen Fall, also einzelne Personen oder einzelne Untersuchungseinheiten (z.B. Organisation, Unternehmen). Die Multiple-Case-Studie wird mit mehreren Untersuchungsfällen durchgeführt [Yin 1994, S. 44 ff].

A1.2 Einordnung des gewählten Fallstudiendesigns

Der hier gewählte Untersuchungsplan der Fallstudien lässt sich nach den Definitionen nach YIN und KITTEL-WEGNER wie folgt einordnen:

Nach dem angestrebten Forschungsziel sind die Forschungsfallstudien (Zweck) der Untersuchung exploratorischer Natur. Innerhalb der exploratorischen Fallstudien unterscheidet KITTEL-WEGNER zusätzlich in exploratorisch-deskriptive und exploratorisch-

explanatorische Fallstudien. Exploratorische-deskriptive Fallstudien sollen erste Erkenntnisse zu dem „Was“ und „Wie“ komplexer Sachverhalte bringen. In vorliegender Fallstudienuntersuchung ist dies die Geschäftsprozesspraxis der TGU. Derartige Fallstudien dienen weiteren empirischen Erhebungen (Fallstudien ebenso wie Befragungen größerer Stichprobe) als Grundlage für das Untersuchungsdesign. Die exploratorisch-explanatorische Fallstudie geht einen Schritt im Forschungsprozess weiter. Ziel ist es, Erkenntnisse zum „Warum“ eines Sachverhaltes qualitativ zu erlangen [Kittel-Wegner 2002, S. 20 ff]. Der vorliegende Untersuchungsplan sieht exploratorisch-deskriptive Fallstudien vor.

In zweiter Unterscheidung entspricht der hier gewählte Untersuchungsplan einer Multiple-Case-Studie nach YIN [Yin 1994]. Mit den einzelnen Fallstudien einer Multiple-Case-Studie werden Ergebnisse verfolgt, die dem Erreichen des Gesamtziels der Gesamtstudie dienen. Das Gesamtziel der Studie ist es, aus den situativen, projektbezogenen Geschäftsprozessen des TGU ein Gesamtbild der heutigen Ausführungspraxis in komplexen und großen TGA-Projekten zu schaffen.

A1.3 Methodische Ausgestaltung der Multiple-Case-Studie

A1.3.1 Ablaufschema

Als Ablaufschema der exploratorischen Multiple-Case-Studie empfiehlt sich das in Abb. 2 dargestellte Schema [Kittel-Wegner 2002, S.22]:

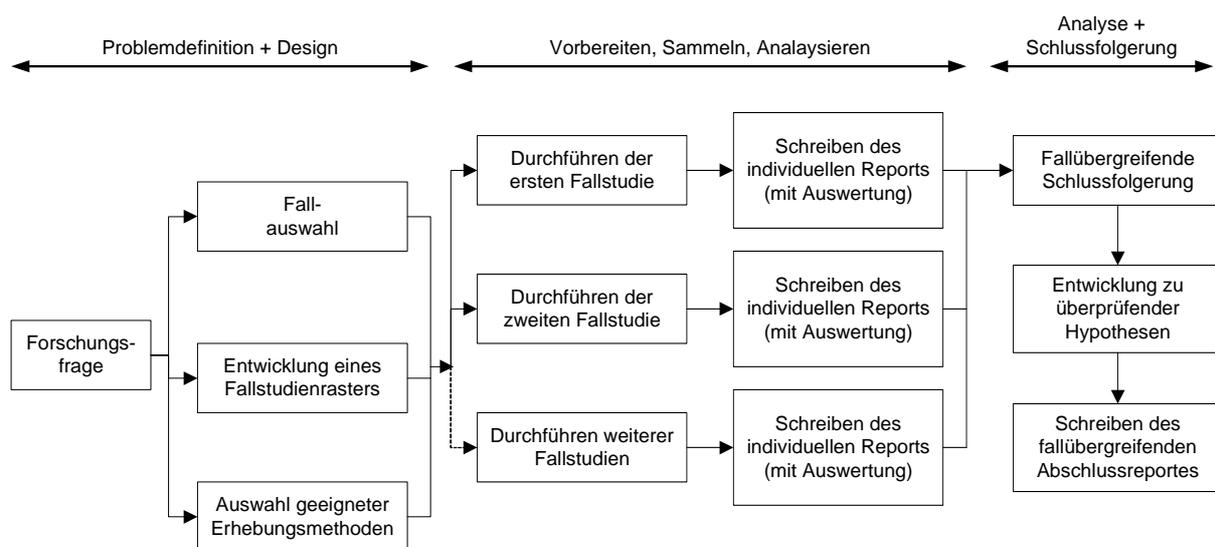


Abb. 2: Ablaufschema exploratorischer Multiple-Case-Studien [Kittel-Wegner 2002]

Forschungsfrage. Kernziel der Untersuchung ist es, die baubetriebliche Abwicklung von TGA-Projekten aus Sicht des verantwortlich ausführenden Unternehmens und seiner Geschäftsprozesse zu untersuchen, um so eine qualitative Aussage über die heutige Geschäftsprozesspraxis in deutschen TGA-Unternehmen zu machen. Dieses qualitative Abbild der heutigen Geschäftsprozesse stellt die Ausgangsbasis für die Entwicklung des TGA-Produktionssystems, dem Endziel dieser Forschungsarbeit, dar.

Fallauswahl. Die fünf Fälle (Realisierungen der Gebäudetechnik bei großen Hochbauprojekten durch einen federführenden technischen Generalunternehmer) wurden nach definierten Kriterien selektiert. Die Selektionskriterien werden im Anhang A1-1.3.2 erläutert.

Entwicklung eines Fallstudienrasters. Als Vorbereitung der Datenerhebung ist ein Fallstudienraster zu entwickeln, in dem die zentralen zu ermittelnden Fragestellungen aufgeschlüsselt werden. Abhängig von diesen und den jeweiligen Fällen werden die passenden Datenerhebungsmethoden in diesem Raster festgelegt.

Ausgangspunkt der Fallstudien stellen die Untersuchungen der BSRIA und der darin formulierten Best-Practice-Kriterien dar (vgl. Kap. 2). In Anlehnung an die gewählte Strukturierung der Geschäftsprozesse (Abb. 3) dieser Studie wurde das Fallstudienraster entwickelt.

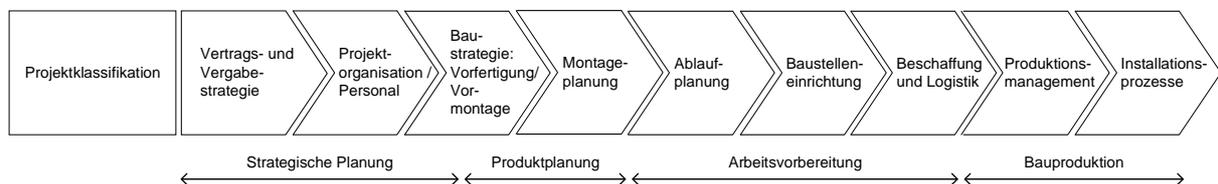


Abb. 3: Geschäftsprozesse

Zur Datenerhebung dienten im gewählten Fallstudiendesign ausschließlich Interviews mit den verantwortlichen Schlüsselpersonen der TGU für die jeweilige Projektabwicklung (technische Leiter, Projektleiter, Niederlassungsleiter). Die Beschränkung auf das Interview als Erhebungsmethode ist zum einen im Aufwand-Nutzen-Verhältnis und im Gesamtziel des Forschungsprojekts, zum anderen aber auch im Mangel an aussagekräftigem Sekundärmaterial (Forschungs- und Praxisberichte) begründet. So sei hier betont, dass in Forschung und Praxis die baubetrieblichen Aspekte der TGA bisweilen in Deutschland nicht bearbeitet wurden und hier auch aufbauend auf diese Untersuchung weiterer Forschungsbedarf besteht.

Durchführung der einzelnen Fallstudien. Jede der fünf Fallstudien stellt eine eigene empirische Studie dar. Für jedes TGA-Projekt wurde anhand eines halbstandardisierten, problemzentrierten Interviews mit den verantwortlichen Schlüsselpersonen der TGU für die

jeweilige Projektabwicklung die projektspezifischen Geschäftsprozesse und einhergehenden Randbedingungen, Vorgehensweisen und Erfolgsfaktoren analysiert. Hierfür wurden als Vorbereitung der Datenerhebung Interviewleitfäden entwickelt, die nach der Systematik der Geschäftsprozesse (vgl. Abb. 3) strukturiert wurden.

Die Aufbereitung der Interviews erfolgte jeweils durch eine zusammenfassende Transkription und ein strukturiertes Protokoll. Durch die Wahl der zusammenfassenden Protokolltechnik konnte die notwendige Reduzierung der Materialfülle bereits in der Aufbereitung erfolgen. Es wird nicht mehr alles im Protokoll festgehalten, sondern schon an dieser Stelle mit der Technik der qualitativen Inhaltsanalyse das Allgemeinheitsniveau des Materials in einem ersten Schritt vereinheitlicht und anschließend in der Auswertung schrittweise höher gesetzt [vgl. Mayring 2002, S.94 ff].

In der Auswertung werden durch weitere Stufen der qualitativen Inhaltsanalyse die Aussagen auf den Wesenskern in deskriptiver Form reduziert. Die Aussagen mit identischem Sachverhalt wurden gebündelt und Kategorien zugeordnet. So wurde durch Typisierung und Kategorisierung der Aussagen ein deskriptives Aussagensystem konstruiert. Die Auswertungen wurden in fallspezifischen Reports zusammengefasst.

Anzumerken bleibt, dass die gewählten Techniken der Erhebung, Aufbereitung und Auswertung im Untersuchungsplan auf den Gegenstand und die Fragestellung der Untersuchung spezifiziert und kombiniert worden sind und so der Anforderung an einen qualitativen Ansatz nach MAYRING [Mayring 2002, S.133 ff] gerecht werden konnten.

Die Ergebnisse der einzelnen Fallstudien bilden die Grundlage für den Quervergleich (cross-case).

Cross-case (Gesamtanalyse und Schlussfolgerung). Die in den Einzelfällen identifizierten Merkmale der Projektabwicklung und Gestaltung der Geschäftsprozesse werden auf Ähnlichkeiten und Unterschiede verglichen, zusammengefasst und interpretiert. So lässt sich auf Basis der identifizierten Merkmale ein qualitatives Bild der Geschäftsprozesspraxis als Hypothesen ableiten. Diese sind in weiterführenden Forschungsarbeiten empirisch zu überprüfen. Für die angestrebte Entwicklung des TGA-Produktionssystems stellt hingegen dieses erreichte qualitative Bild eine ausreichende Ausgangsbasis dar.

Die Abwicklung der empirischen Studie wird zusammenfassend im Schema in Abb. 4 dargestellt:

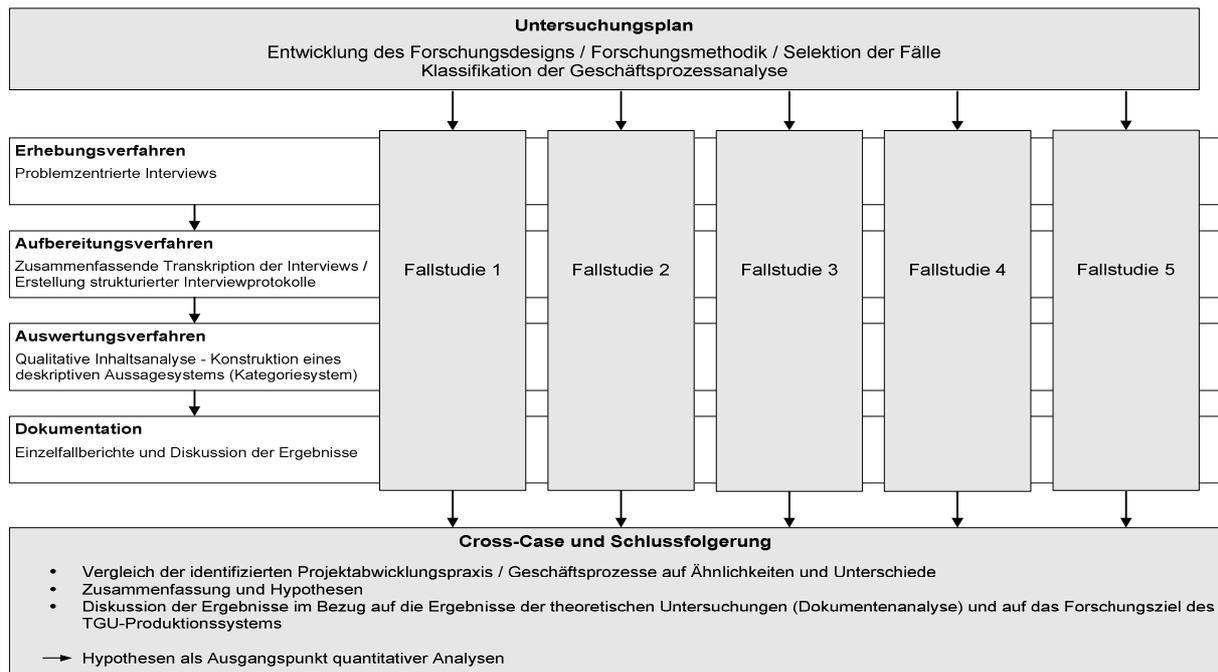


Abb. 4: Verwendetes Ablaufschema für die durchgeführte Multiple-Case-Studie

A1.3.2 Selektion der Fälle

Die Zielsetzung des Gesamtvorhabens besteht in der Entwicklung eines TGA-Produktionssystems. Dessen primärer Anwendungsfall mit höchstem Mehrwert für die Unternehmen liegt in der Abwicklung großer und komplexer Projekte. Wesentliche Zielgruppe sind somit große technische Generalunternehmer, die federführend TGA-Großprojekte abwickeln. Gemäß dieser Abgrenzung des Gesamtvorhabens wurde sich in den Fallstudien analog auf komplexe TGA-Großprojekte mit korrelierenden TGU als Schlüsselfigur in der Projektabwicklung beschränkt.

Die Selektionskriterien für die Auswahl der einzelnen Fälle (Unternehmensauswahl und Fallstudienprojekt) lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Die Fallstudienprojekte mussten allesamt Realisierungen der Gebäudetechnik von großen Hochbauprojekten sein, die dem Rahmen von Geschäfts- und Bürobauten, Verwaltungs- und Kulturgebäuden, Banken und Kliniken entsprachen.
- Die Hochbauprojekte und deren Technikinstallationen mussten „groß und komplex“ sein:
 - Die „Größe“ kann hier nach dem Auftragsvolumen der TGA bewertet werden. Als Mindestwert für das Auftragsvolumen wurde die Grenze von

2,5 Mio. € festgelegt. Die Projekte wurden anhand dieses quantitativen Kriteriums beurteilt.

- Diese quantitative Größe trifft aber nicht vollständig den Kern der Auswahl. Die Projekte sollen auch entsprechend „komplex“ sein. Darunter wird hier verstanden, dass zum einen mehrere Gewerke bis zur kompletten Technik (TGU-Leistung) beauftragt wurden. Zum anderen handelt es sich um technisch und baubetrieblich anspruchsvolle Projekte mit hoher Interaktivität in der Projektabwicklung. Die Beurteilung der Komplexität erfolgt somit qualitativ.
 - Korrelierend zur Projektauswahl ist die Unternehmensauswahl der Fallstudien. So mussten die TGA-Unternehmen als Gesamtleistungsanbieter am Markt präsent sein und als TGU federführend in der Ausführung der Projekte agieren. Neben der hierfür erforderlichen Ausführungskompetenz als TGU sollte das Unternehmen Fachplanerkompetenzen für seine Kerngewerke aufweisen.

Anhand dieser Kriterien wurden fünf TGU mit beispielhaften Fallstudienprojekten ausgewählt (vgl. Kap. 3).

A1.3.3 Aufbereitung und Auswertung der einzelnen Fallstudieninterviews

Das gewählte Verfahren und der Ablauf zur Aufbereitung und Auswertung der einzelnen Fallstudieninterviews lassen sich ergänzend zu Kap. A1.1 wie folgt detaillieren. Methodisch wird auf das Verfahren der qualitativen Inhaltsanalyse der Sozialforschung [vgl. Mayring 2002] zurückgegriffen und hier in den 4 Schritten Zusammenfassung (Stufe 1), Explikation, Strukturierung und Zusammenfassung (Stufe 2) umgesetzt (vgl. Abb. 5).

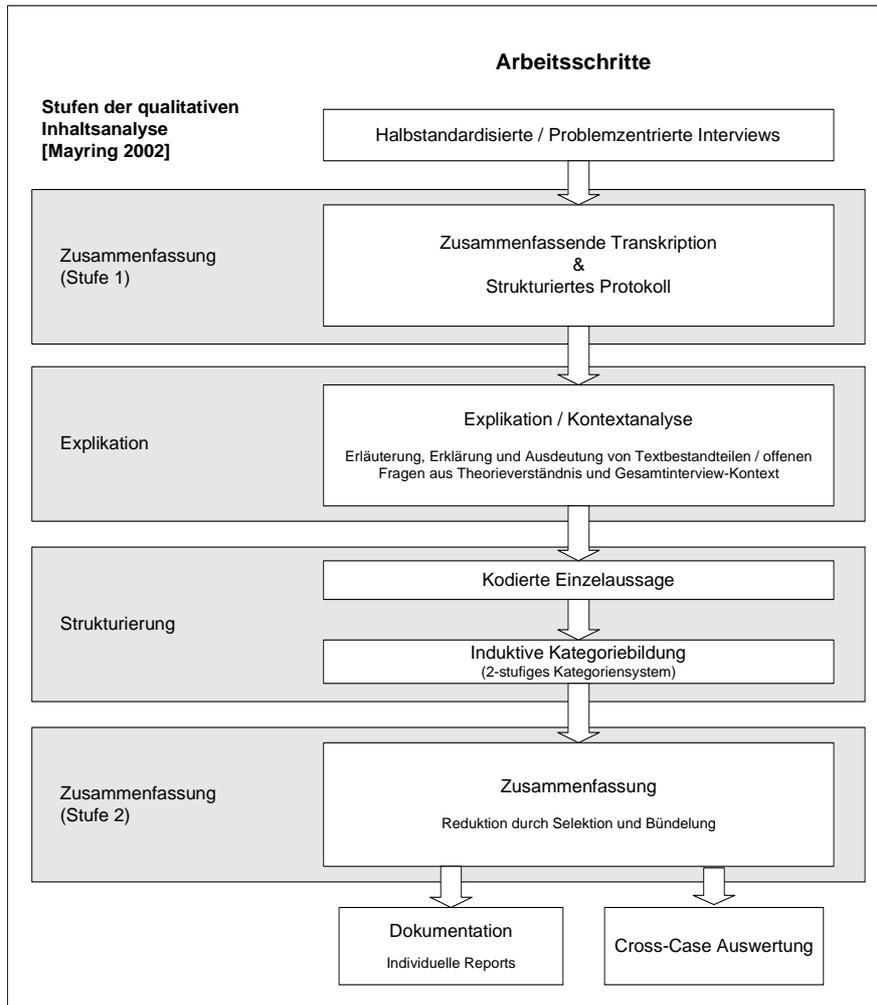


Abb. 5: Einzelfallstudien - Arbeitsschritte der Aufbereitung und Auswertung

Die Interviews wurden in einer ersten Stufe mit einer zusammenfassenden Transkription aufbereitet (Zusammenfassung - Stufe 1) und in einem strukturierten Protokoll den jeweiligen Interviewpartnern zur Prüfung vorgelegt (externe Validierung). Im Gesamtkontext des Interviews und aus bestehendem Theorieverständnis wurden anschließend unklare Textbestandteile und offene Fragen erläutert, erklärt und ausgedeutet und so das Interview vervollständigt (Explikation/Kontextanalyse). Anschließend erfolgte eine Kodierung der Einzelaussagen, um in der weiteren Auswertung die Quelle zu dokumentieren (Abb. 6).

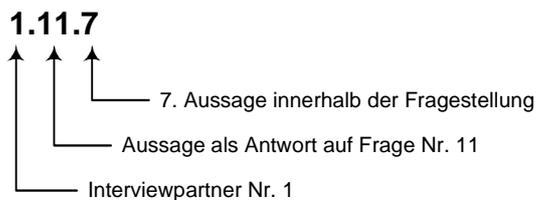


Abb. 6: Kodierregel

Neben dieser Aufschlüsselung und Kodierung in Einzelaussagen werden im nächsten Schritt aus dem bestehenden Material systematisch Auswertungsgesichtspunkte abgeleitet

(induktive Kategoriebildung) und in Folge mit einem 2-stufigen Categoriesystem strukturiert (vgl. Abb. 7 und Anhang 2). Durch Selektion und Bündelung der Einzelaussagen erfolgte eine Zusammenfassung des Aussagensystems, das im anschließenden Quervergleich der Einzelfallstudien mündete. Die einzelnen Fallstudien und Ergebnisse wurden in individuellen Einzelfallstudienreporten dokumentiert.

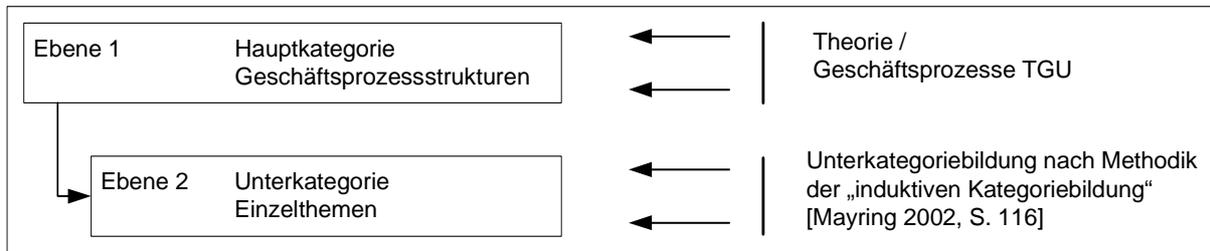


Abb. 7: Categoriesystem

A1.3.4 Aufbereitung und Auswertung des Cross-case

Die Aufbereitung und Auswertung erfolgte in folgenden Schritten (Abb. 8):

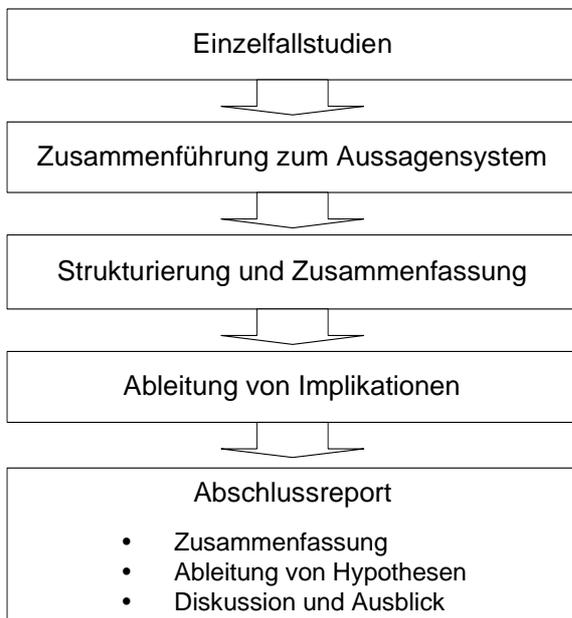


Abb. 8: Cross-Case – Arbeitsschritte der Aufbereitung und Auswertung

Die Aussagensysteme der Einzelfälle werden zunächst zusammengeführt. Anschließend erfolgt ein Quervergleich der Aussagen in den einzelnen Kategoriegruppen. Aus den unterschiedlichen Aussagen werden so die Geschäftsprozessmerkmale zusammengeführt, identifiziert, umstrukturiert und zusammengefasst, so dass sich ein Gesamtbild zusammen-

fügt. Diese identifizierten Merkmale werden in Interpretation und Schlussfolgerung als Hypothesen der Geschäftsprozesspraxis formuliert und in einem Abschlussreport dokumentiert. Abschließend wird die Gültigkeit der Ergebnisse diskutiert und im Ausblick mit dem angestrebten TGA-Produktionssystem, als das Ordnungselement der Geschäftsprozesse und Gesamtziel des Projekts, in Verbindung gesetzt.

A1.3.5 Gütekriterien der Multiple-Case-Studie

Im Gegensatz zur quantitativen stehen in der qualitativen Forschung die notwendigen Gütekriterien in starker wissenschaftlicher Diskussion. Hier setzt sich jedoch immer mehr die Einsicht durch, dass nicht einfach die Maßstäbe quantitativer Forschung, Reliabilität und Validität, übernommen werden können. So wurden durch MAYRING neue Gütekriterien der qualitativen Forschung aufgestellt, die hier als Richtschnur für die Multiple-Case-Studie gelten sollen [Mayring 2002, S.140ff]:

Verfahrensdokumentation. In der qualitativen Forschung sind die Methoden meist speziell für den Forschungsgegenstand entwickelt oder differenziert. Der Forschungsprozess muss jedoch für Dritte nachvollziehbar sein. Aus diesem Grund ist das Vorgehen im Detail zu dokumentieren. Die folgenden Maßnahmen wurden hierfür durchgeführt:

- Die Ausgangsbasis und das bestehende Vorverständnis zur Projektabwicklung in der TGA und der Geschäftsprozesse der TGU wurden schriftlich im Rahmen der Grundlagenermittlung und der theoretischen Dokumentenanalyse zusammengefasst (vgl. Kap. 2).
- Die ausgewählte Forschungsmethodik und das Forschungsdesign wurden in Form eines Untersuchungsplans im Vorfeld festgelegt und dokumentiert. Hier wurde das Vorgehen zur Datenerhebung, Aufbereitung und Auswertung detailliert beschrieben.
- Für jede Fallstudie wurde während der Untersuchung ein Journal geführt, in dem die relevanten Ergebnisse, Schriftverkehr und Telefonate dokumentiert sind.
- Alle Aufbereitungs- und Auswertungsschritte der Fallstudien wurden in Arbeitspapieren (Interviewprotokolle, Einzelfallreports, Teilauswertungsdokumente, fallübergreifender Abschlussbericht) schriftlich dokumentiert.
- Jedem Interviewpartner wurde ein Code zugeteilt. Bei den weiteren Auswertungsschritten wurde jeweils die Herkunft der verwendeten Aussagen und Formulierungen mit einer Kodierung versehen, so dass mit Hilfe des Kodierungsschlüssels die Ergebnisse der Gesamtauswertung zu den jeweiligen Interviewpartnern und deren Aussagen zurückverfolgt werden können.

Argumentative Interpretationsabsicherung. Interpretationen spielen eine entscheidende Rolle in qualitativ orientierten Ansätzen. Hier gilt die Regel, dass Interpretationen nicht gesetzt sondern argumentativ begründet werden. Um dies zu gewährleisten, wurden die Interpretationen entweder auf das dokumentierte Vorverständnis zurückgeführt oder auf den belegbaren Einzelaussagen der Interviewpartner begründet.

Regelgeleitetheit. Die qualitative Forschung muss sich an bestimmte Verfahrensregeln halten und ihr Material systematisch bearbeiten. Im Rahmen der Untersuchung wurden die Analyseschritte im Vorfeld festgelegt, das Textmaterial in sinnvolle Einheiten unterteilt und systematisch von einer Einheit zur nächsten ausgewertet. Der Analyseprozess wurde so in einzelne Schritte zerlegt und schrittweise, sequenziell durchgeführt.

Nähe zum Gegenstand (Gegenstandsangemessenheit). Dies ist ein Leitgedanke der qualitativen-interpretativen Forschung. Sie wird vor allem dadurch erreicht, dass möglichst nahe an der Alltagswelt der erforschten Subjekte angeknüpft wird. Um dies zu gewährleisten, erfolgten die Untersuchungen immer am Beispiel eines aktuellen Projekts aus den Unternehmen.

Kommunikative Validierung. Die Gültigkeit der Ergebnisse und Interpretationen kann dadurch überprüft werden, indem diese den Beforschten nochmals vorlegt und mit ihnen diskutiert werden. Dies wird als kommunikative Validierung verstanden. Hierfür wurden in der Fallstudienuntersuchung folgende Maßnahmen eingesetzt:

- Die in den Einzelauswertungen zusammengefassten und abstrahierten Formulierungen der wörtlichen Aussagen wurden den jeweiligen Interviewpartnern zur Durchsicht und Stellungnahme vorgelegt. So konnte sichergestellt werden, dass die Aussagen der Interviewpartner sinngemäß wiedergegeben wurden und keine Missinterpretationen durch den Verfasser erfolgt sind.

Triangulation. Bei qualitativer Forschung kann durch die Verbindung mehrerer Analysegänge die Qualität der Forschung vergrößert werden, verschiedene Datenquellen können herangezogen sowie unterschiedliche Interpreten, Theorieansätze oder Methoden verwendet werden. Triangulation meint immer, dass versucht wird, für die Fragestellung unterschiedliche Lösungswege zu finden und die Ergebnisse zu vergleichen. Für die hier aktuelle Forschungsfrage wurde von Beginn an versucht, dem Triangulationskriterium durch Kombination von Dokumentenanalysen und dieser empirischen Untersuchung gerecht zu werden. Wird alleinig die empirische Untersuchung bewertet, so sind zur Absicherung weitere Maßnahmen, wie eine anschließende quantitative Überprüfung der hier getroffenen Hypothesen oder ergänzende Interviews mit weiteren Geschäftsprozessbeteiligten (Fachplanern, Bauleitern, Auftraggebern etc.) zukünftig noch zu ergänzen.

A2 Anhang 2: Auswertung – Categoriesystem: Haupt- und Unterkategorien

1-11 Projektklassifikation

1/46 Projekteinordnung
2/46 Projekteintritt

2-11 Vertrags- und Vergabestrategie

3/46 Beauftragung im Beispielprojekt
4/46 Auftragsarten und -struktur in den Unternehmen
5/46 Eigenleistungen vs. Nachunternehmerleistungen
6/46 Nachunternehmerkooperation

3-11 Projektorganisation und Personal

7/46 Personelle Projektorganisation
8/46 Mitarbeiter als Träger der kontinuierlichen Verbesserung im Unternehmen

4-11 Baustrategie - Vorfertigung und Vormontage

9/46 Einsatz von Vorfertigung/Vormontage
10/46 Vorfertigung - Beispiele
11/46 Vormontage - Beispiele
12/46 Vorfertigungsplanung - Definition von Projekt-/Baugruppenstandards
13/46 Großmodulbauweise
14/46 Problempunkte der Vorfertigung

5-11 Montageplanung

15/46 Vergabeart und korrelierende Planungsvorgabe
16/46 Qualität der Planungsvorgaben
17/46 Ablauf der Leitungsplanung
18/46 Einsatz von 3-D-Planungswerkzeugen
19/46 3-D-Visualisierung für die Montage

6-11 Ablauf- und Terminplanung

20/46 Vorgaben und Erstellung der Termin- u. Ablaufplanung
21/46 Gewerkekoordination
22/46 Planungswerkzeuge und Detaillierung der internen Termin- u. Ablaufplanungen
23/46 Bauablaufplanung - Gestaltungsprinzipien
24/46 Bauablaufplanung - Zuständigkeit
25/46 Analyse von Einsparpotentialen
26/46 Improvisierte vs. formalisierte Prozessanalyse der Montageabläufe
27/46 Standardisierung der Montageabläufe (-prozesse)
28/46 Probleme und Verbesserungsmöglichkeiten in der Termin- und Ablaufplanung

7-11 Produktionsmanagement

29/46 Baustellensteuerung - Besprechungsroutinen
30/46 Unternehmensstandards der Bauorganisation
31/46 Baustellensteuerung - Werkzeuge der Termin-, Qualitäts- und Informationsverfolgung
32/46 Baustellencontrolling - Routinen und Zuständigkeiten
33/46 Verbesserungsmöglichkeiten in der Baustellensteuerung

8-11 Baustelleneinrichtung

34/46 Baustelleneinrichtungsplanung
35/46 Vorplanung von Arbeits-, Lagerflächen und Transportwegen

9-11 Beschaffung und Logistik

36/46 Beschaffung und Bereitstellung - „made to stock“-Material
37/46 Beschaffung und Bereitstellung - „made to order/engineered to order“-Material
38/46 Logistikplanung
39/46 Baustellentransporte
40/46 Material-Identifikation
41/46 Logistik - Probleme und Verbesserungsansätze

10-11 Installationsarbeiten

42/46 Arbeitskoordination - Anweisung und Informationsaustausch
43/46 Ordnung und Sauberkeit
44/46 Einsatz von Standard-Arbeitsplätzen (Werkzeugstandardisierung)
45/46 Probleme und Verbesserungsansätze der Installationsarbeiten

11-11 Ausblick - Lean Production als Gestaltungsprinzip

46/46 Einsatz und Nutzen

Literaturverzeichnis

- [Constructing Excellence 2006] *Constructing Excellence in the built environment*. Online-Information: www.constructingexcellence.org.uk
- [Dicks 2002] Dicks, M.: *Innovative M&E Data Sheets*. BSRIA ACT 5/2002, UK, 2002
- [Eagan 1998] Eagan, J.: *Rethinking Construction – The report of the Construction Task Force to the Deputy Prime Minister, John Prescott, on the scope for improving the quality and efficiency of the UK construction*. Department of the Environment, Transport and the Regions, London, 1998
- [Hawkins 1997] Hawkins, G.: *Improving M&E Site Productivity*. BSRIA Technical Note TN 14/1997, UK, 1997
- [Hawkins 2002] Hawkins, G.: *Site Productivity – 2002. A guide to the uptake of improvements*. BSRIA Technical Note TN 13/2002, UK, 1997
- [Kittel-Wegner 2002] Kittel-Wegner, E.; Mayer, J-A.: *Die Fallstudie in der betriebswirtschaftlichen Forschung und Lehre*. Universität Flensburg, Internationales Institut für Management, Schriften zu Management und KMU, Schrift Nr. 3/2002, Flensburg, 2002
- [Latham 1994] Latham, M.: *Constructing The Team – Final Report of the Government - Industry Review of Procurement and Contractual Arrangements in the UK Construction Industry*. HMSO, London, 1994
- [Mayring 2002] Mayring, P.: *Einführung in die Qualitative Sozialforschung*. 5. Auflage, Beltz Verlag, Weinheim, 2002
- [Wilson 1999] Wilson, D.; Smith, M.; Dea, J.: *Prefabrication and Preassembly – applying the techniques to building engineering services*. BSRIA Advanced Construction Techniques AACT 1/1999, UK, 1999
- [Wilson 2000] Wilson, D.: *Innovative M&E Installation Report*. BSRIA ACT 9/2000, UK, 2000
- [Yin 1994] Yin, R. K.: *Case Study Research: Design and Methods*. Applied social research methods series, volume 5, Sage Publications, London, 1994