

# Fast Track Projects – Anforderungen an das moderne Projektmanagement hinsichtlich der Abwicklung der Aus- führungsplanung von komplexen Ingenieurbauwerken

Bei den Totalunter- bzw. Totalübernehmerverträgen wird der Ausführungsentwurf und die Ausführung von einem Unternehmer durchgeführt bzw. vergeben. Der prinzipielle Vorteil besteht für den Auftragnehmer darin, daß der Unternehmer kaum Nachforderungen, bedingt durch unvollständige Planung und/oder Spezifikationen, stellen kann. Zudem können Projekte sehr schnell nach der Investitionsentscheidung und der Vorplanungsphase gemäß Funktionsbeschreibung und Rahmenspezifikationen umgesetzt werden. Die Forderungen an die Ausführungsphase bestehen darin, die Planung und den Bau zu verkürzen. Dies wird dadurch erreicht, daß Planung und Bauausführung parallel verlaufen. Somit werden Bauabschnitte gebaut, ohne daß das gesamte Bauwerk bzw. das Bauteil schon vollständig konstruiert ist. Die Risiken dieser Vorgehensweise bestehen darin:

1. die Ausführungsplanung muß unter großem zeitlichen Druck durchgeführt werden
2. die Ausführungspläne werden von unten nach oben erstellt, entgegengesetzt herkömmlicher Projektabwicklung.

Dies verlangt ein überlegtes Aufstellen der Ausführungsplanungspakete nach Bauteilen und Bauabschnitten sowie nach baubetrieblichen Gesichtspunkten unter Berücksichtigung des Bauzeitenplans und der Kontrolle der Einhaltung. Diese „fast track“-Projekte können bedingt durch Verzögerungen oder Fehler in der Planung den wirtschaftlichen Erfolg des Auftragnehmers gefährden, wenn nicht unter anderem jene in diesem Beitrag beschriebenen Grundsätze berücksichtigt werden, die vom Verfasser bei Großprojekten erfolgreich angewandt wurden.

## Fast track projects – Project management requirements in reference to the design procurement of complex engineering projects.

*A design built contract, so called turnkey construction, is based upon the owner entering into an agreement with a single firm to produce planning, design, and construction. Its principal advantages are the elimination of contractors claims against the owner resulting from errors in the plans or specifications and the ability to begin construction on each phase of a project, without waiting for overall project design completion. This is called fast track project. Its objective is to shorten construction time for the overall project by starting portions of work as soon as it has been designed even though other portions of the project have not yet been designed.*

*It is a risky process because:*

1. *plans and specifications have to be prepared in hurry*
2. *plans have to be finished from bottom to top (just opposite as normal)*
3. *careful selection of design packages in accordance with the scheduled construction work*
4. *it requires the ability to schedule and control the design efforts.*

*Fast track can become the most costly method ever designed for completing a project late if the principles do not apply as described in this publication.*

## 1 Einleitung

Die großen Projekte mit Bauleistungen zwischen 500 bis 1000 Mio. DM werden heute oft an Totalunternehmer bzw. Totalübernehmer vergeben. Zur Optimierung und schnellen Amortisierung von Investitionen werden diese Projekte meist als „fast-track“-Projekte abgewickelt, bei denen Planung und Bauausführung fast parallel verlaufen. Dies betrifft meist Projekte mit begrenzter wirtschaftlicher Nutzung wie:

- Konzessionsprojekte im Bereich des öffentlichen Verkehrs und der öffentlichen Versorgung (Tunnel, Hoch- und Schnellstraßen, Wasserver- und Wasserentsorgung, Energiegewinnung etc.)
- Produktionsanlagen zur Befriedigung neuer Marktbedürfnisse oder der Verteilung eines neuen Konsumguts mit begrenzter Absatzdauer, z. B. um möglichst vor den Mitbewerbern auf dem Markt zu sein etc.

Diese „fast-track“-Projekte werden in Zeiträumen von 25 bis 48 Monaten vom Vergabetermin bis zur Fertigstellung (Bild 1) abgewickelt.

Dies erfordert, daß die Ausführungsplanung basierend auf einer Vorplanung während bzw. parallel zur Bauphase abgewickelt werden muß. Der Vorlauf für die Ausführungsplanung besteht nur in der Zeit der Baufeldräumung und Baustelleneinrichtungsphase.

Die Vorlaufphase muß genutzt werden, um:

1. die Leistungsbeschreibung aufzustellen
2. Planungsabläufe festzulegen
3. Terminplanung der Ausführungsplanung durchzuführen
4. relevante Bauabläufe und Methoden mit der Bauleitung abzustimmen
5. das prinzipielle Konzept mit Prüfer und entwerfenden Ingenieuren abzustimmen
6. QM-Plan zu erstellen
7. Vergabe von Ingenieurleistungen durchzuführen, etc.

Die Projektplanungsphasen von der Entstehung der Projektidee bis zu ihrer Verwirklichung sind gegliedert in:

- Vorstudienphase
- Vorprojektphase
- Projektabwicklungsphase.

Der Inhalt der Phasen kann wie folgt gegliedert werden (Bild 2):

### 1. Vorstudienphase:

- Ideensammlung
- Problemanalyse
- Bedürfnisermittlung
- Leistungsangebot/Leistungsumfang
- Alternativen
- Wirtschaftlichkeitabschätzung

### 2. Vorprojektphase:

- Projektdefinition: Leistung/Kosten
- Vorentwurfsalternativen
- Termine/Kosten/Finanzierung
- Investitionsentscheidungen

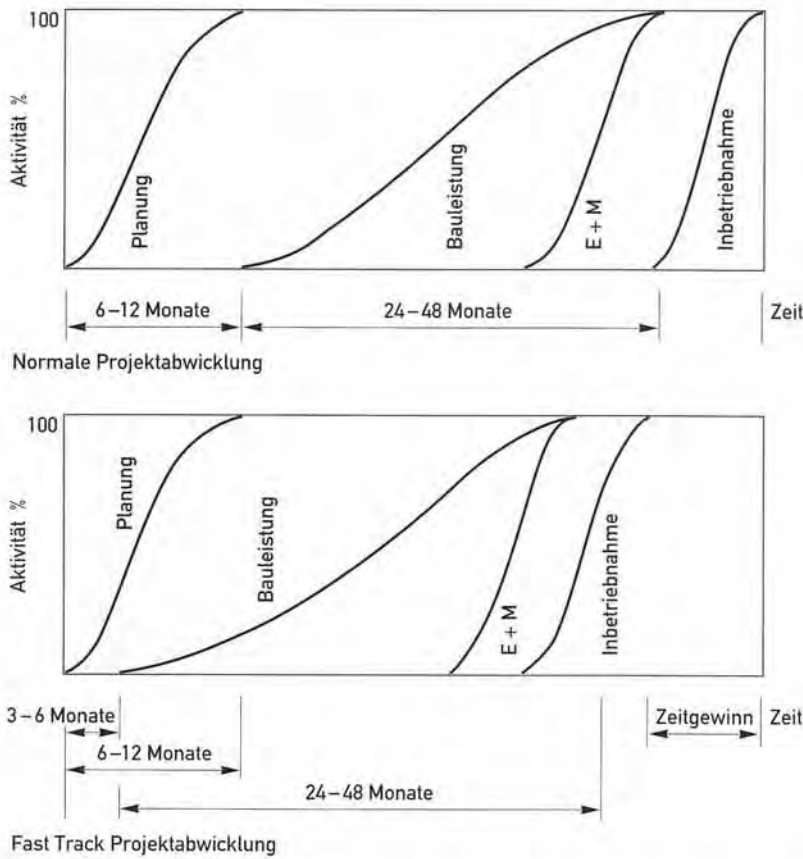


Bild 1. Prinzipieller Verlauf der Projektentwicklung bei Großprojekten  
 Fig. 1. Principle project phase comparison between "fast track turnkey" and traditional projects

- Projektbeschreibung
- Ausschreibung/Vergabe
- 3. Projektentwicklungsphase:**
- Ausführungsplanung
- Planungsleistungsprogramm
- Optimierung der Bauplanung im Rahmen des Konzepts



Anmerkungen:

1. Die Phasen Vorstudien und Vorplanung werden vom Bauherrn oder von einem durch ihn beauftragten Projektleiter durchgeführt.
2. Leistungsphasenverschiebungen können innerhalb der Phasen auftreten.
3. Unterhaltung und Betrieb können zum Leistungsbild der Ausführungsprojektleitung gehören.

- Planung und Genehmigung
- Kosten- und Terminkontrolle
- Bauausführung
- Abnahme/Inbetriebnahme

Dieser Beitrag befaßt sich mit der Ausführungsplanung in der Projektentwicklungsphase.

Die gesamte Ausführungsplanung wird bei einem „fast-track“-Projekt auch in 2 Phasen untergliedert, die jedoch zeitlich fast parallel verlaufen.

Die Phasen beinhalten folgende Aufgaben:

1. Phase

- Technisches Konzept festlegen: Spezifikationen, Normen, Vorschriften, etc.
- Tragwerkskonzept festlegen: Bauabschnitte, Vorspannung, Verbund etc.
- Baubetriebliches Konzept mit Auswirkungen auf die Planung: Vorspannphasen, Bauabschnitte, Tragkraft, Lasten und Größe von Hebewerkzeug etc.
- Planungspakete nach Bauteilen und Bauabschnitte festlegen
- Durchführung der Ausführungsplanung
- Informationsfluß zu den Beteiligten organisieren
- Registrierung/Dokumentation der Planung

2. Phase

- Überwachung der Planverteilung
- Änderungsdienst
- Planungsänderungen, bedingt durch Bauabweichungen oder Optimierung des Bauablaufs

**2 Organisationsform: Anforderungen an das Projektmanagement**

**2.1 Organisation der Ausführungsplanung eines „fast-track“-Projekts**

Das Ziel der Projektorganisation ist es, wirksame Koordination sicherzustellen. Die Koordination soll das systematische, zielgerichte

Bild 2. Phasenorientierter Projekt-  
 ablauf

Fig.2. Fast track project phases

tete Abstimmen von Absichten, Maßnahmen, Aufgaben und Tätigkeiten bewirken, um ein geordnetes, wirtschaftliches Zusammenwirken sicherzustellen.

Auf die Möglichkeiten der Projektgesamtorganisation (Bild 3) soll hier im einzelnen nicht eingegangen werden [1]. Im Vordergrund dieses Berichts steht die Organisation der Ausführungsplanung. Es gibt zwei prinzipielle Möglichkeiten, die allerdings in ihrer Mischform genauso umsetzbar wie üblich sind, die Ausführungsplanung zu organisieren (Bild 4):

- Planungsmanagement und totale Vergabe der Planung
- Planungsmanagement mit kompletter eigener Planung.

Um solche Projekte, bei denen Ausführungsentwurf und Bauablauf nur zeitversetzt ablaufen, steuern zu können, müssen alle Beteiligten die Spielregeln der organisatorischen Abläufe kennen, um Zeitverzögerungen zu vermeiden. Jeder der Beteiligten muß sich verbindlich an die Abläufe halten, um eine einfache und terminliche Abwicklung zu ermöglichen. Die organisatorischen und formalen Abläufe sollen im Rahmen eines Qualitätsmanagementplans aufgestellt werden. Dabei muß gelten: „Plane so viel wie möglich, improvisiere so wenig wie möglich.“

Die Improvisation kostet meist zusätzliche Energie und verlangt unkonventionelle Wege. Dies ist im begründeten Einzelfall unbedingt notwendig, um kritische Situationen wieder in den Griff zu bekommen, sie behindert jedoch meistens die organisierte Routineabwicklung und ersetzt sie in keinem Fall, sie wirkt störend und ruft oft Konfusion hervor.

Daher sollten u. a. mit allen Beteiligten folgende Abläufe festgelegt werden:

1. Ablauf des Planungs- und Genehmigungsverfahrens mit Zeitangaben
2. Ablauf des Änderungsverfahrens, gliedert in:
  - ohne erneute Prüfung im Fall von kleinen Änderungen, die nicht die Nutzung oder das genehmigte (geprüfte) statische Konzept berühren
  - erneute Prüfung im Fall von



Anmerkungen:

1. Die gebräuchlichen Teams in einer Projektgruppe sind aufgeführt.
2. Je nach Größe des Projekts können diese Gruppen in Personalunion oder in separaten Gruppen gegliedert werden.

Bild 3. Totalunternehmer Projektorganisationsform

Fig. 3. Turnkey project organization



Anmerkungen:

1. TK: Teamkoordinator
2. Je nach spezifischen Anforderungen des Projekts werden die Teamleitertaufgaben in Personalunion wahrgenommen.
3. Die Projektteams können externe oder interne Ingenieurteams sein.

Bild 4. Organisation der Planungsteams

Fig. 4. Prinziple organization of design teams

Änderungen, die eine erhebliche Abweichung vom geprüften Konzept darstellen. In diesem Zusammenhang ist es sinnvoll, besonders bei konstruktiven Änderungen der Bewehrung auf der Baustelle, dies mit dem Prüfeningenieur vorher an Hand definierter Fälle festzulegen.

3. Terminverfolgungskonzept der Planung
4. Planverteilung: wer/wieviel
5. Planstatuskennzeichnung:
  - zur Information
  - zum Bauen geprüft/freigegeben
6. Planreferenzhinweise:
  - welche Pläne gehören noch zu einem Bauteil
  - welche gehören zum Anschlußbauwerk
7. Interner Prüfungsablauf:
  - Statik: formale Prüfung/Vergleichsrechnung
  - Pläne: Querprüfung/Maßprüfung

8. Änderungskennzeichnung – Indexänderungsfeld

## 2.2 Anforderungen an das Management

Der Planungsleiter [2] hat eine Schlüsselrolle im Projekt neben dem verantwortlichen Bauleiter. Der Planungsleiter hat folgende Aufgaben und Verantwortlichkeiten:

1. Planungsbudget erstellen und kontrollieren
2. Terminplanung der Ausführungsplanung
3. Zuweisung und Abgrenzung der Planungsaufgaben der verschiedenen Planungsteams
4. Entwicklung der Planungs- und Genehmigungsabläufe
5. Leistungsüberwachung der Planungsteams gemäß Terminplan und Leistungsprogramm
6. Abänderung der Planungsunterlagen, falls erforderlich
7. monatlicher Status und Leistungsbericht

8. Organisation und Sicherstellung der Kommunikation zwischen den Teams

Eine der wichtigsten Aufgaben des Projektleiters und Planungsleiters ist die Sicherstellung des Kommunikationsflusses zwischen den Beteiligten, wie z. B. Bauherr, Bauleitung, Herstellern und Lieferanten von Materialien und Geräten, Spezialisten, Behörden, Prüferingenieur, Teamkoordinatoren der Planungsteams etc.

Daher sollte die Organisation [3] möglichst hierarchisch flach strukturiert sein, um die formellen Kommunikationswege kurz und direkt zu halten, damit keine Informationen gefiltert werden.

Die verantwortlichen Koordinatoren müssen festgelegt werden. Über sie verläuft die offizielle Kommunikation. Sie sind verantwortlich für die Weitergabe der Informationen in ihren Teams sowie zu anderen Teams.

Der Planungsleiter sowie die Teamkoordinatoren müssen sehr kommunikativ sein, organisieren, die technischen Zusammenhänge erkennen und wirtschaftlich handeln können. Sie sind verantwortlich für die Technik, Kosten, Qualität, Termine sowie Koordinierung komplexer „fast-track“-Projekte mit fachübergreifender Spezialisierung.

Diese Anforderungen steigen mit dem Grad der Komplexität des Projekts sowie der Anzahl der Beteiligten und dem Schwierigkeitsgrad aus technischer sowie terminlicher Sicht.

Von der Führungsmannschaft wird verlangt:

**im Bezug auf die Planung:**

- Kreativität und technisches Wissen

**sowie im Bezug auf Organisation:**

- Organisationsfähigkeit
- Zielstrebigkeit
- dynamische Problemlösungsfähigkeit etc.

**3 Erstellung des projektspezifischen Planungs- und Leistungsprogramms**

Zur Koordinierung sowie leistungs- und vertragskonformen Erstellung der Ausführungsplanung ist eine klare Beschreibung der Planungsaufgaben, Rand- und Rah-

menbedingungen für alle Beteiligten erforderlich [4]. Zudem sollten besondere Anforderungen an die praktische und wirtschaftliche Baubarkeit gestellt sowie die baubetrieblichen Bedingungen formuliert werden.

Das Planungsleistungsprogramm wird auf der quantitativ und qualitativ adäquaten Projektbeschreibung aufgebaut, die die Grundlage der Auftragsvergabe an den Totalunternehmer- bzw. Totalübernehmer darstellt.

Das Planungsleistungsprogramm kann wie folgt gegliedert werden:

1. Allgemeine Funktionsbeschreibung des Bauwerks:
  - Leistungsparameter
  - Hauptabmessungen
  - Materialien und deren Charakteristik, etc.
2. Ziel der Ausführungsplanung sowie des Ingenieurservices:
  - Entwurf nach Sicherheits- und Dauerhaftigkeitsaspekten unter Berücksichtigung der optimalen Wirtschaftlichkeit
  - Relevanz der terminlichen Abwicklung der Ausführungsplanung parallel zur Bauausführung
  - Hinweise über die Vollständigkeit der Planungspakete, die den jeweiligen Bauabschnitt umfassen, einschließlich aller Maßnahmen zum Anschlußbauteil
  - Bewertung und Abstimmung von Alternativen nach Baubetriebs-Unterhaltungsgesichtspunkten
3. Umfang des Ingenieurservices:
  - während der Entwurfs- und Genehmigungsphase
  - während der Bauphase
4. Zur Verfügung stehende Informationen:
  - allgemeine und spezielle technische Projektvertragsbestandteile
  - Vorentwurfszeichnungen
  - Bodengutachten
  - andere Voruntersuchungen
5. Auflistung der Vertragsunterlagen und deren Reihenfolge:
  - Vertragsschreiben und Vertrag
  - Technische Spezifikationen
  - Normen und Vorschriften
  - Konzeptplanung (siehe 4.)

6. Schnittstellen- und Abhängigkeitsdefinition:

- Sind mehrere Planer beteiligt, ist jede Schnittstelle genau zu definieren. Ferner sind die terminlichen und technischen Zuständigkeiten, der Informationsfluß und die Koordinierung festzulegen.

7. Terminliches Programm der Ausführungsplanung:

- Der Rahmenterminplan sollte für jedes Bauteil unter Berücksichtigung der Prüfungszeit, evtl. Wiedervorlage, aufgestellt werden.

8. Baubetriebliche Forderungen:

- Baumethoden/Bauzustände
- Abstimmung von baubetrieblich beeinflussenden Konstruktionen
  - Fertigteil/Ortbeton
  - einstufige/mehrstufige Vorspannung
  - TBM/Sprengebetrieb
  - Betonierabschnittsgrößen etc.

9. Berichtswesen und Sitzungen zur Sicherstellung des Informationsflusses:

- Planungskoordinationsbesprechungen
- Monatsberichte
- Problemliste mit Angabe der Lösungsmöglichkeiten und -schritte, Situation, Verantwortlichkeiten und Termine.

**4 Qualitätsmanagement der Ausführungsplanung**

**4.1 Allgemeines**

Die Möglichkeiten zur Beeinflussung der Projektqualität ist während der Planungsphase am größten (Bild 5).

Entwurfsentscheidungen beeinflussen in ganz erheblichem Maße die Qualität und die Kosten des Projekts. Bei der Planung werden die meisten qualitätsbezogenen Entscheidungen getroffen, die später die Wirtschaftlichkeit während des Baus sowie während der Unterhaltung wesentlich beeinflussen.

Daher ist es empfehlenswert, auf eine gute Planung mit Hilfe von qualifizierten Ingenieuren größten Wert zu legen.

Auf die formalen Grundsätze der ISO 9001 wird hier im einzelnen nicht eingegangen [5].

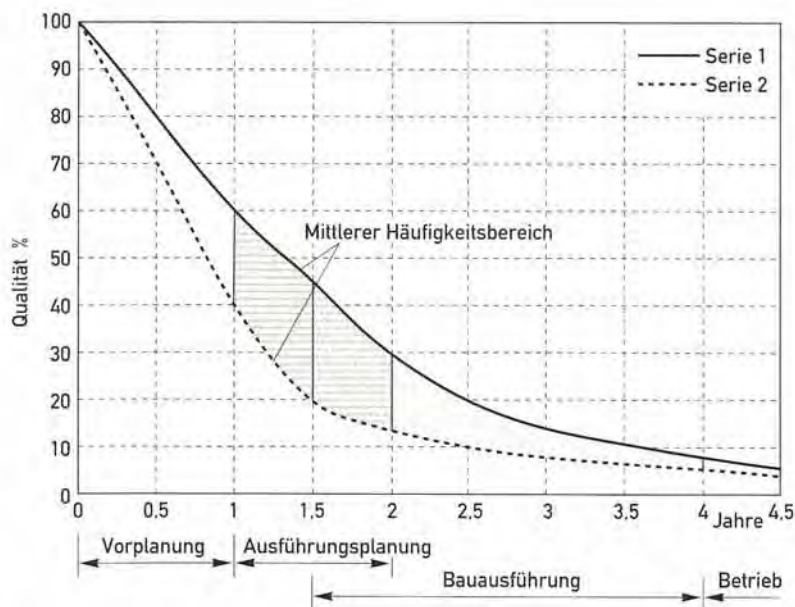


Bild 5. Qualitätsbeeinflussungsphasen eines Bauwerks  
Fig. 5. Project quality influence phases

#### 4.2 Qualitätsanforderungen an die Ausführungsplanung

Die Sicherung der Qualität der Ausführungsplanung bei „fast-track“-Projekten stellt ein schwieriges und komplexes Problem dar.

Normalerweise wird die Planung von oben nach unten durchgeführt, wohingegen der Bauablauf von unten nach oben erfolgt. Das bedeutet, daß die Ausführungsplanung vor der Bauphase durchgeführt wird und somit vor Baubeginn fast abgeschlossen ist.

Bei den „fast-track“-Projekten jedoch verlaufen Planung und Bauausführung quasi zeitlich parallel. Zur Ausführung der Gründung z. B. müssen Annahmen über die Überbaukonstruktion im Brückenbau gemacht werden, ohne daß detaillierte Pläne und Berechnungen vorliegen. Diese Vorgehensweise birgt ein Risiko in sich.

Wird dann bei der Erstellung der Überbaukonstruktionsplanung festgestellt, daß im Aufweitungsbe- reich die Lasten aus Verkehr, Konstruktion und/oder Zwängungen größer sind, z. B. durch fehlerhafte oder unvollständige Annahmen, dann befindet sich meist die Gründung schon im Bau.

Solche Fehler oder Änderungen erzeugen zusätzliche Kosten, die potentiell über den Kosten der Planungsänderung liegen, da es zu

Verzögerungen im Baubetrieb kommt mit, verursacht durch:

- Standzeiten für Mannschaften und Geräte (z. B. Pfahlbohrgerät)
- Bindung von Bauhilfsmitteln, z. B. Spundbohlen und Aussteifungen, bis die Korrektur geplant, geprüft und umgesetzt wird
- terminliche Verzögerungen des Bauablaufs durch Verlangsamung und Veränderung von Umsetzzyklen
- Abriß und Änderungsmaßnahmen, um die Fehler am Bauwerk zu korrigieren

Gemäß dem Dominoprinzip verursachen solche Probleme Verzögerungen bis hin zum kritischen Weg. Diese Bauzeitverzögerungen können dann nur durch zusätzliche Investitionen in Baubehelfe, Geräte und Mannschaften wettgemacht werden.

Dieser aus gesamtwirtschaftlichen Überlegungen gewählte Projektablauf stellt, bedingt durch die baubegleitende Planungsphase, eine immanente Gefahr für die Planungsqualität dar. Daher müssen besondere organisatorische und personelle Maßnahmen getroffen werden.

Es ist erforderlich, sehr erfahrene Teamleiter auszuwählen und in jedem Team einige erfahrene Ingenieure im Bereich der Statik,

Konstruktion, Geologie, Architektur, Vermessung, Elektrotechnik und Elektronik wie auch Mechanik etc. einzusetzen, die das notwendige Zusammenspiel der beteiligten Fachdisziplinen kennen.

Folgende formale Anforderungen an die Ausführungsplanung sollten bei Beteiligung mehrerer Ingenieurbüros festgelegt werden, um dem ausführenden Team vor Ort eine einheitliche Darstellung zu geben:

#### Pläne

- Stempelfeld
- Referenzplanangaben zu dem dargestellten Bauteil
- Beschriftung
- Schraffuren zur Kennzeichnung von Materialien etc.
- Einbauteilkataloge bei Schalplänen
- Abkürzungen
- interne QS-Prüfvermerke sowie externe Prüfvermerke, etc.

#### Statik

- Übersichts- und Positionspläne
- Gliederung und Definition der Annahmen
- Lastannahmen und Kombinationen
- statische Systemannahmen mit System-, Knoten- und Elementnumerierung
- separate elektronische Datenausdrucke der Berechnung
- graphische Zusammenstellung der relevanten Schnittgrößen
- Bemessung mit Bewehrungsskizzen.

Die Mindestanforderung an den Planinhalt sollte definiert werden. Die Ingenieurbüros versuchen oft, den Planungsaufwand nach eigenen betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkten zu optimieren, auf Kosten der „direkten“ Brauchbarkeit der Pläne für den Bauleiter (Tabelle 1).

Bei sehr großen Projekten, von denen hier berichtet wird, standardisieren die Planer gerne die Ausführungsplanung. Um zum Beispiel die Abmessung für ein Portal einer Hochstraße zum Schalen zu bestimmen, müssen Gradientenpläne (Höhenangaben), Brückengrundrißpläne (Breite)

Tabelle 1. Detaillierungsgrad der Ausführungsplanung im internationalen Vergleich  
 Table 1. International comparison of construction design detailing

| Nr. | Planart                               | Detaillierungsgrad  |  |  |
|-----|---------------------------------------|---|--|--|
|     |                                       | Deutschland<br>Ausführungsplanung   | Design   | USA/UK<br>Detailing  |
| 1.0 | Übersichtspläne                       | Globales Koordinatennetz, wichtige Projektorientierungspunkte etc.  | Globales Koordinatennetz, wichtige Projektorientierungspunkte etc.         | –  |
| 2.0 | Gradientenpläne                       | Kilometrierung, Koordinaten, Höhen, Quer- und Längsgefälle, Kurvenverband   | Kilometrierung, Koordinaten, Höhen, Quer- und Längsgefälle, Kurvenverband  | –  |
| 3.0 | Überbaudeckenpläne                    | Kilometrierung, Koordinaten, Fahrbahnbreiten und Höhenangaben aller wichtigen Punkte  | Kilometrierung, Koordinaten, Fahrbahnbreiten pro Achse                     | Kilometrierung, Koordinaten, Höhen, Fahrbahnbreiten außerhalb der Achsen errechnen |
| 4.0 | Fundament- und Stützenübersichtspläne | Pfahltyp und Traglast, Fundament- und Stütztyp, Höhen- und Koordinatenangaben   | Pfahltyp und Traglast, Fundament- und Stütztyp                             | Höhen und Koordinaten für Fundamente, Stützen, Stützköpfe, Lager etc. errechnen    |
| 5.0 | Straßenpläne                          | Markierungen, Entwässerung, Höhen- und Breitenangaben, Längs- und Quertrassierungselemente etc.   | Markierungen, Entwässerung, Fahrbahnbreiten, Quertrassierungselemente etc. | Höhenangaben errechnen, Lage der Trassierungselemente errechnen                    |
| 6.0 | Schalpläne                            | Alle Bauwerksabmessungen:<br>– Querschnittsmaße<br>– Breiten und Längen   | Querschnittsvermaßung, Typenbauwerke ohne Bauwerksabmessungen              | Bauwerksabmessungen errechnen (erheblicher Aufwand)                                |
| 7.0 | Bewehrungspläne                       | Verlegedarstellung, Biegeform, Stoß- und Kreuzungsbereichsdetaillierung, falls notwendig, Baubarkeitsprüfung, Optimierung der Schnittlängen | Darstellung der statischen Bewehrung, Stoßlängen, Biegeformen              | Kreuzungspunkt- und Stoßbereichsuntersuchungen, Optimierung der Schnittlängen      |

und die standardisierten Portalpläne mit relativ aufwendigen geometrischen Berechnungen herangezogen werden.

Derjenige, der auf internationaler Bühne arbeitet, sollte die Unterschiede berücksichtigen, die in Tabelle 1 aufgeführt sind. Die Basiskosten der Ausführungsplanung nach dem amerikanischen Konzept [6] sind meist billiger als vergleichsweise die Planung in Deutschland. Der zusätzliche Aufwand für das „Detailing“ kann jedoch sehr teuer werden.

Daher ist es notwendig, zum Zeitpunkt des Vertragsabschlusses festzulegen, ob solche Standardzeichnungen gewünscht sind. Zudem sollten die Mindestanforderungen hinsichtlich Darstellung und Vermaßung vereinbart werden. Die Schalpläne sollten mit

allen Maßen zur Herstellung der Schalarbeiten versehen werden.

Für den Bereich von hochbewehrten Stoß- und Kreuzungsbereichen sollte bei Bewehrungsplänen eine detaillierte Darstellung verlangt werden, zur Sicherstellung der Baubarkeit und der Qualität des zu erstellenden Bauwerks.

Vor der Tendenz, die Ausführungsplanung mit der heißen Nadel zu stricken und die Qualitätskontrolle aufgrund des Kosten- und Termindrucks unzureichend durchzuführen, muß gewarnt werden.

#### 4.3 Abwicklung der Ausführungsplanung

Zur Sicherung der Qualität und Vermeidung von Verzögerungen und Doppelbearbeitung ist es notwendig, das statisch und konstruk-

tive Konzept zu Beginn der Bearbeitung mit dem Prüfenieur abzustimmen.

Jede fertige Statik, jeder fertige Plan etc. muß von einem erfahrenen Ingenieur nochmals sorgfältig intern ohne Verzögerung geprüft werden, bevor die Weitergabe an den Prüfenieur erfolgt. Dabei ist neben der Prüfung der Vertragskonformität die technische Richtigkeit hinsichtlich Übereinstimmung mit der Statik, Maßgenauigkeit, Nachbarbauteilen und -bauabschnitten sowie der Forderung aus dem Ausbau, der Baubarkeit und den baubetrieblichen Anforderungen zu beachten.

Die Unterlagen zum Prüfen der Gründungs- und Unterbaupläne müssen meist dem Prüfenieur eingereicht werden, ohne daß die notwendigen detaillierten

Überbaupläne vorhanden sind. Daher müssen die Planungsunterlagen mit den notwendigen zusätzlichen Unterlagen, Erläuterungen, Skizzen etc. versehen werden, um beim Prüfen die Zusammenhänge erkennen zu können.

Der Druck der Baustelle im Nacken der Planer verführt die Teams dazu, z. B. Bewehrungspläne vor den Übersichtsplänen und Schalplänen, oder Schal- und Bewehrungspläne vor der Statik zum Prüfen zu geben. Hier muß unbedingt Disziplin gehalten werden.

Mit dem Prüfeningenieur müssen die Mindestanforderungen an prüffähige Unterlagen spezifiziert werden. Die Unterlagen müssen klar und eindeutig nach Bauteilen, Bauabschnitten etc. bezeichnet werden.

Wenn nach einer Zeitspanne die Statik sowie Überbaupläne zur Prüfung vorgelegt werden, muß natürlich der Unterbau, der vielleicht schon gebaut wurde, überprüft werden, ob eine Übereinstimmung mit den Annahmen vorliegt. Es muß systematisch „rauf“ und „runter“ kontrolliert werden.

Der Druck auf die Planungsteams, bedingt durch den engen Terminplan, steigert sich, wenn ganz dringende Änderungswünsche von der Bauausführung, z. B. aufgrund von Ausführungsfehlern, Umstellung der Baumethode oder von Planungsfehlern sowie aus Gründen der Unabwägbarkeiten hinsichtlich der Lage von unterirdischen Versorgungseinrichtungen, auf sofortige Abhilfe warten, da sonst der Baubetrieb zum Stehen kommt.

Daher sollte das Planungsteam einen erfahrenen Ingenieur auf der Baustelle haben oder diese regelmäßig besuchen, um mit der Baustelle vor Ort Lösungsmöglichkeiten auszuarbeiten, die wirtschaftlich sind und den geringsten Einfluß auf den Bauablauf verursachen.

Zudem kann dieser Ingenieur die Vermessungsteams koordinieren, um mögliche Konfliktpunkte in bezug auf bestehende Anlagen, Einrichtungen besonders im innerstädtischen Bereich, zu überprüfen. Die Aufgabe muß zeitlich vor

der Planung der Gründung sukzessive durchgeführt werden.

#### 4.4 Dokumentenkontrolle und Planverteilung

Die Plankontrolle hat große Bedeutung auf Großbaustellen, um die vielen Beteiligten auf gleichem Informationsniveau zu halten.

Die Beteiligten sind:

- Projektleitung mit Planungsabteilung und Qualitätskontrolle
- Bauabteilung mit Bauleitern, Polieren, Arbeitsgruppen sowie Nachunternehmern
- Prüfeningenieure, Bauherrn etc.

Daher muß strikte Disziplin gewahrt werden bei Änderungsdienst, Registrierung und Verteilung der jeweils gültigen Pläne und Dokumente. Die kontrollierte Planverwaltung beinhaltet:

- Jede Änderung auf einem Plan muß mit einer Wolke gekennzeichnet werden, um gezielt auf die jeweiligen Änderungen aufmerksam zu machen.
- Jede Änderung muß an der Wolke sowie als Zusatz zur Zeichnungsnummer mit dem nächst höheren Index versehen werden.
- Geprüfte Pläne dürfen ohne nochmaliges Genehmigungsverfahren nur im Rahmen der vereinbarten konstruktiven Änderungen modifiziert werden, z. B. Versetzen von Bewehrungsstäben, um Bewehrungskonzentrationen zu verteilen, zur Vereinfachung des Stahlverlegens und des Betonierens, und somit zur Steigerung der Qualität des Bauwerks.
- Die Pläne müssen nochmals genehmigt werden, wenn das geprüfte statische Konzept verändert oder die Dauerhaftigkeit negativ beeinflusst wird.
- Jede Änderung wird in der Planliste, möglichst auf Datenbankprogrammen, mit dem jeweils gültigen Index und Verteilungsstatus registriert.
- Der registrierte Verteilerkreis erhält jeweils die letzte gültige Fassung der Planliste.

Der Versand von Dokumenten – Plänen, Briefen, Berechnungen etc. – kann heute transportkosten- und zeitsparend mittels E-Mail versandt werden. Dies ist

besonders von Vorteil bei Auslandsprojekten, oder wenn mehrere Ingenieurbüros an verschiedenen Orten beteiligt sind. In solchen Fällen würde der konventionelle Versand von Planungsunterlagen wertvolle zusätzliche Zeit kosten.

Der Versand der Planungsdokumente kann mittels Modem vom Versender- zum Empfängercomputer direkt erfolgen, jedoch muß der über Telefon angewählte Computer eingeschaltet und ans Telefonnetz angeschlossen sein.

Eine weitere kostengünstige Möglichkeit bei großen Entfernungen ist die Benutzung eines der weltweit operierenden Computernetzen wie z. B. Compuserve. Die Beteiligten werden Mitglied eines Netzbetreibers. Der Sender wählt sich in den nächsten Knotencomputer des Netzes ein und sendet seine Dateien, z. B. CAD-Pläne mittels DXF-Datei per E-Mail an die entsprechende Empfängeradresse im System. Im Netz werden dann die Dateien zu dem Empfängercomputer des nächsten Knotens per Datenhighway transferiert. Der Empfänger kann dann den Datensatz aus seiner Mailbox wieder zum Ortstarif über eine Telefonleitung sowie Modem und Paßwort auf seinen Computer laden. Voraussetzung ist, daß alle Beteiligten kompatible Software benutzen. Bei solchen modernen Dateitransfermethoden stellt sich die Frage nach der Datensicherheit in bezug auf

1. Benutzung und Veränderung durch nicht Zugangsberechtigte
2. Sicherstellung, daß alle Beteiligten das gleiche Dokument (z. B. Plan) mit dem gleichen Index erhalten
3. Sicherung des Dokuments gegen Veränderungen durch den Empfänger.

Eine absolute Sicherung gibt es praktisch nicht. Wichtig ist es, daß Außenstehende keinen Zugang erhalten; dies erfolgt durch Paßwörter, die nur der Netzbetreiber und die Beteiligten kennen.

Die Sicherstellung, daß alle Beteiligten das gleiche Dokument bekommen, kann wie folgt erfolgen:

1. Das zu versendende Dokument (Plan) erhält am Rand zusätz-

lich zur Plannummer mit Index die Datei-Datum-Nummer (im Datensatz).

2. Alle Beteiligten werden per formalisierte Faxmitteilung über diesen Transfer und die Kennzeichnung informiert.
3. Wird ein Plan geändert, wird der Index hochgesetzt und erneut an die Empfänger versandt mit Datei-Datum-Nummer.
4. Die Planstatusliste wird regelmäßig (mit Index, Datei-Datum-Nummer) an alle verteilt.

Die Sicherung gegen Änderungen durch einen der autorisierten Empfänger kann im Prinzip nicht völlig ausgeschlossen werden.

Manipulationen werden am wirkungsvollsten ausgeschlossen, wenn die Abnahme eines Bauteils durch den Prüfenieur mit seinem Prüfaxemplar auf der Baustelle erfolgt.

Wenn Manipulationen auf der Ausführungsseite erfolgen, wird dies meist durch Verzögerungen bei der Abnahme des Bauwerks gestraft. Dies ist ein strenger Regulator.

## 5 Terminplanung der Ausführungsplanung

### 5.1 Einleitung

Die terminliche Planung der Ausführungsplanung gleicht einer Straßenkarte, auf der die günstigste Route gesucht und geplant wird, um das Ziel zu erreichen. Die Ausführungsplanung ist kein Produktionsprozeß im herkömmlichen Sinn, sondern Planung basiert auf konstruktiven Annahmen, die rechnerisch verifiziert werden müssen. Daher hat Planung mehr mit Wahrscheinlichkeitsprozessen gemeinsam als mit einem Produktionsprozeß.

Die terminliche Planung solcher „fast-track“-Projekte sollte deshalb im zeitlichen Ablauf 10 bis 20 % Puffer enthalten, um Unabwägbarkeiten, die der Erbringung jeglicher geistiger Leistung innewohnt, aufzufangen, bzw. um Probleme zu lösen, die vorher nicht als solche erkannt wurden, z. B. Korrektur von Fehlern während der parallelen Bauausführung oder aus der Planung.

Die Notwendigkeit der terminlichen Planung der komplexen

„fast-track“-Projekte mit engen Terminen besteht darin:

1. die Planung terminlich zu strukturieren, um einen klaren Überblick zu erhalten, wann und wieviel Leistung zu erbringen ist
2. Lastdiagramme zu erstellen, um die notwendigen Ressourcen (Kapazitätsplanung) zuzuordnen
3. die Projektteamstärke voraussehbar zu vergrößern bzw. zu verkleinern
4. Mannschaftsstärken über Zwischentermine zu kontrollieren
5. die Soll- mit den Ist-Leistungen zu vergleichen, um den wirtschaftlichen Erfolg (Effizienz) zu kontrollieren

Dadurch ist zeitlich voraussehbar, wann Mitarbeiter an neuen Projekten arbeiten können; wann die Leitung neue Aufträge einplanen kann. Terminliche Probleme sollten möglichst früh erkannt werden. Nur so können frühzeitig Gegenmaßnahmen eingeleitet werden. Um zusätzliche Ressourcen zu mobilisieren, vergeht Zeit zum Suchen, Finden und Einarbeiten von zusätzlichen Mitarbeitern.

Es wird heute immer weniger eingesehen, daß eine terminlich qualitativ gute Planung die Grundlage für den wirtschaftlichen Erfolg ist. Statt dessen wird hier gehandelt, besonders auf baubetrieblicher Seite, wie beim Einkauf eines industriell hergestellten Produktes. Die Planung ist jedoch zum großen Teil eine geistige Leistung, mit deren Hilfe ein materieller Gegenstand entstehen soll.

Von ganz entscheidender Bedeutung ist es, daß eine technisch gute, terminlich pünktliche, darstellungsmäßig einfach lesbare und ausführungstechnisch praktische Ausführungsplanung sowie eine baubetrieblich abgestimmte optimale Ablaufplanung erstellt wird.

Nur mit einer guten Ausführungsplanung, verbunden mit einer guten Baubetriebs- und Terminplanung und einer guten handwerklichen wie ingenieurmäßigen Ausführung, läßt sich ein wirtschaftliches und hochwertiges Bauwerk erstellen.

Diese Sichtweite ist jedoch heute bei den baubetrieblich gut ausgebildeten akademischen Bau-

betriebspezialisten nicht immer anzutreffen. Oft fehlt die handwerkliche wie auch die planerische Erfahrung. Im Vordergrund stehen nur Termine und Kosten. Das muß sein, aber ohne die Wertschätzung guter Ausführungsplanung führt dies zu den fast alltäglichen baubetrieblichen Problemen.

Gründe sind:

1. Oft werden die billigsten Ingenieurbüros ausgewählt.
2. Bedingt durch den Kostendruck beschäftigen die Ingenieurbüros häufig nur kleine Kernmannschaften – hohe Belastungen werden durch extern gekaufte freiberufliche Mitarbeiter abgedeckt.
3. Gute Arbeitsvorbereitung wird oftmals in den Ingenieurbüros unzureichend durchgeführt, da planende Ingenieure zuweilen nur eine geringe baubetriebliche Ausbildung haben.

## 5.2 Grundlagen und Konzept der Terminplanung der Ausführungsplanung

Der Bauablaufplan bildet das terminliche Fundament der Terminplanung bei der Ausführungsplanung [7].

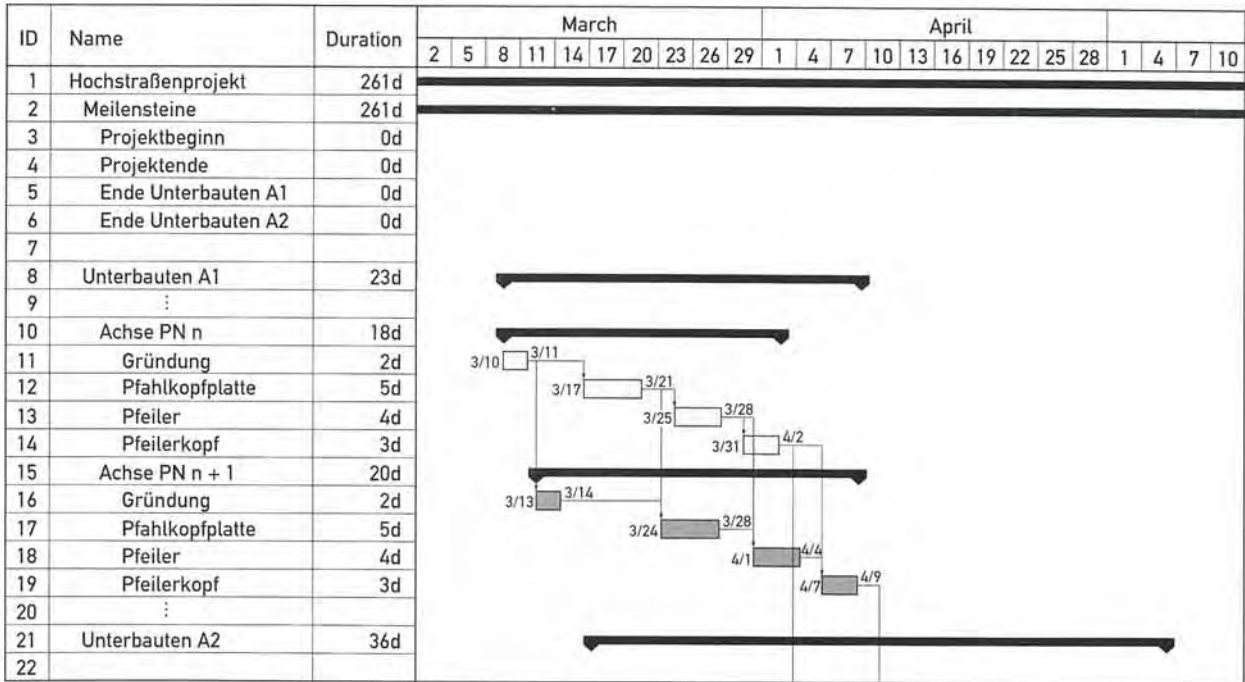
Der Terminplan der Ausführungsplanung wird an den Bauablaufterminplan angeknüpft. Dabei kann der Ausführungsplanungsterminplan Teil des Bauterminplans sein – dies ist sinnvoll bei kleinen Projekten.

Bei Großprojekten werden diese Terminpläne von mindestens zwei Aufstellern betreut. Eine erprobte Möglichkeit ist, daß Vorgaben von der Bauausführung für die Ausführungsplanung gemacht werden, indem jedem Bauteil ein „Keydate“ für die Planung zugewiesen wird. Über diese Keydates wird dann der separate Planungsplan nach Bauteilpaketen gegliedert und vernetzt. Es muß ein einfacher Datentransfer zwischen den Programmen möglich sein, um die Keydates vom Bauablauf- zum Planungsplan sowie umgekehrt transferieren zu können. Somit sind eine ausreichende Verketzung und Informationsaustausch gewährleistet.

Falls es zu Verzögerungen bei der Planung kommt, müssen die



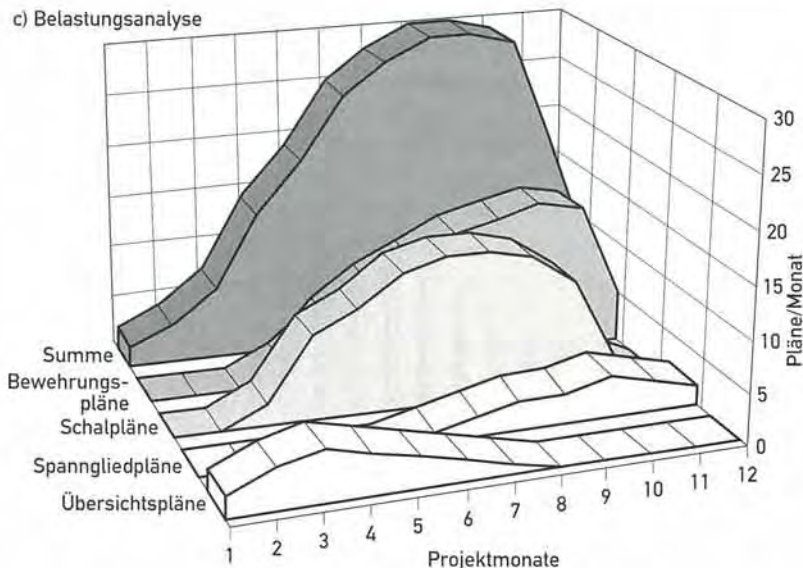
a) Projektbalkenplan



b) Planungspaketliste – Terminliche Planungskontrolle

| Nr. | Achse | Aktivität                 | Bau-termin FS | Plan an PM |     | Plan an Prüfer |     | Plan von Prüfer |     | Plan an Baustelle |     |
|-----|-------|---------------------------|---------------|------------|-----|----------------|-----|-----------------|-----|-------------------|-----|
|     |       |                           |               | Soll       | Ist | Soll           | Ist | Soll            | Ist | Soll              | Ist |
|     | PN n  | Gründung                  | 3/10/97       |            |     |                |     |                 |     |                   |     |
|     |       | Statik Gründung           |               | 12/16/96   |     | 12/23/96       |     | 1/20/97         |     |                   |     |
|     |       | Pfahlgründungstiefe       |               | 12/30/96   |     | 1/6/97         |     | 2/3/97          |     | 3/3/97            |     |
|     |       | Pfahlkopfübersicht        |               | 12/30/96   |     | 1/6/97         |     | 2/3/97          |     | 3/3/97            |     |
|     |       | Pfahlkopfschalplan        |               | 12/30/96   |     | 1/6/97         |     | 2/3/97          |     | 3/3/97            |     |
|     |       | Vermessungskoordinaten    |               | 12/30/96   |     | 1/6/97         |     | 2/3/97          |     | 3/3/97            |     |
|     | PN n  | Pfahlkopfplatte           | 3/17/97       |            |     |                |     |                 |     |                   |     |
|     |       | Statik Pfeiler + Gründung |               | 12/23/96   |     | 12/30/96       |     | 1/27/97         |     |                   |     |
|     |       | Baugrubenaussteifung      |               | 1/6/97     |     | 1/13/97        |     | 2/10/97         |     | 3/10/97           |     |
|     |       | Pfahlkopfbewehrung        |               | 1/6/97     |     | 1/13/97        |     | 2/10/97         |     | 3/10/97           |     |
|     |       | Pfeilerschalplan          |               | 1/6/97     |     | 1/13/97        |     | 2/10/97         |     | 3/10/97           |     |
|     |       | Pfeilerbewehrung          |               | 1/6/97     |     | 1/13/97        |     | 2/10/97         |     | 3/10/97           |     |
|     |       | Pfeilerentwässerung       |               | 1/6/97     |     | 1/13/97        |     | 2/10/97         |     | 3/10/97           |     |
|     |       | E + M Leerrohre           |               | 1/6/97     |     | 1/13/97        |     | 2/10/97         |     | 3/10/97           |     |
|     | PN n  | Pfeiler                   | 3/25/97       |            |     |                |     |                 |     |                   |     |
|     |       | Pfeilerkopfschalplan      |               | 1/14/97    |     | 1/21/97        |     | 2/18/97         |     | 3/18/97           |     |
|     |       | Pfeilerkopfbewehrung      |               | 1/14/97    |     | 1/21/97        |     | 2/18/97         |     | 3/18/97           |     |

c) Belastungsanalyse



Auswirkungen auf den Bauablauf ermittelt werden, um Korrekturmaßnahmen einleiten zu können.

Der Ausführungsplanungsterminplan wird mittels Netzplantechnik [8] erstellt und wie folgt gegliedert und kontrolliert:

1. Verknüpfung des Planungs- mit dem Bauterminplan (kritischer Weg)

Bild 6. Terminliche Planung der Ausführungsplanung  
Fig. 6. Time scheduling of the construction design

2. Planungsterminplan gliedern nach Bauablauf und Bauabschnittseinteilung
3. Planungs-Rahmenterminpläne mittels Netzplan aufstellen, verknüpfen mit dem Bauablauf unter Berücksichtigung von Prüf- und Pufferzeiten (Bild 6a)
4. Planungspaketliste mit allen notwendigen Planungsinformationen (Statik, Pläne, Vermessungsdaten etc.) für jedes Bauteil/jeden Bauabschnitt zusammenstellen (controlling by packages – Bild 6 b)
5. Mit der Planungspaketliste erfolgt gleichzeitig die terminliche Planlaufkontrolle mittels Soll- und Ist-Terminen.
6. wöchentliche Kontrolle der Planungspaketlisten
7. wöchentlicher oder monatlicher Datentransfer zwischen Bau- und Planungsterminplan zur Abgleichung von zeitlichen Änderungen
8. monatlicher Statusbericht über den Stand der Planung und Maßnahmen zur Erreichung der gesteckten Ziele bei Abweichungen

Die Planungspaketliste ist gegliedert nach den Bauteilen mit dem jeweiligen Keydate der Bauausführung. Darunter sind die gesamten Planungsaktivitäten aufgelistet, die zur Herstellung des jeweiligen Bauteils notwendig sind.

Diese Planungsaktivitäten sind in einem Kalkulationsprogramm (z. B. MS-Excel) mit Formeln hinterlegt, die mit dem frühesten Baubeginn des jeweiligen Bauteils/Bauabschnitts verknüpft sind. Zudem ist in dieser Tabelle der gesamte Planungsablauf bis hin zur Übergabe an die Baustelle in Soll- und Ist-Spalten aufgelistet.

Die Soll-Spalten werden rechnerisch ermittelt. In den Ist-Spalten werden dann die wirklichen Termine eingetragen. Sind alle Planungsunterlagen auf der Baustelle eingetroffen, wird in der Ist-Spalte der letzte Ist-Termin aller Planungseinzelheiten zur Darstellung der kompletten Planung übertragen. Die Soll- und Ist-Termine dienen dazu, Abweichungen erkennen und Steuerungsmaßnahmen einleiten zu können.

Für die rechnerische Ermittlung der Planungs-Soll-Termine müssen berücksichtigt werden:

- Vorlaufzeit für die Vorbereitung auf der Baustelle
- Prüfzeit
- Wiedereinreichungsschleife für evtl. Korrekturen
- Planversandzeiten bei postalischer Versendung.

Die Termine des frühesten Beginns eines jeden Bauteils wird per Datentransfer in die Planungspaketliste übertragen.

Die Planungspaketliste sollte möglichst in ein Datensortierprogramm (z. B. MS Access) übertragbar sein. Dies ermöglicht das Sortieren nach ausstehenden Unterlagen, die dann gezielt von den jeweiligen Ingenieurteams oder dem Prüfeningenieur angefordert werden können. Nur wenn die Planungsunterlagen vollständig für das/den jeweilige/n Bauteil/Bauabschnitt vorliegt, kann mit dem Bau begonnen werden.

Dieses Planungspaketdenken ist bei „fast-track“-Projekten der Schlüssel zum Erfolg.

### 5.3 Belastungsanalyse und Ressourcenplanung

Zur zielgerichten terminlichen Bereitstellung der Planung für solche „fast-track“-Projekte ist die Belastungsplanung (Bild 6c) für einzelne Planungsgruppen notwendig, abgeleitet aus der Terminplanung der Ausführungsplanung, für

- Architekturpläne
- Abwasser/Wasserversorgung
- Klima/Lüftung
- Elektroausrüstung
- Übersichts-, Linienführungs- und Absteckpläne
- Schalpläne
- Bewehrungspläne
- Spanngliedpläne, etc.

Dies ist notwendig, da die Planer meist spezialisiert sind und nicht alle Gebiete in ihrem „know how“ abzudecken vermögen. Das gleiche gilt für statische Berechnungen, für

- Gründungen, Spezialtiefbau
- Tunnelbau
- Stahlbeton, Hochbau
- Spannbeton, Brückenbau
- Stahlbau etc.

Dabei ist der zusätzliche, erhebliche Arbeitsaufwand für notwendige Massenermittlung, für die Arbeitsvorbereitung sowie für die Bestellung von Materialien zu berücksichtigen.

Dem Belastungsdiagramm muß die Kapazitätsplanung gegenübergestellt werden, um Engpässe zu erkennen und rechtzeitig Maßnahmen zur Deckung des Personalbedarfs zu ergreifen. Daraus ergibt sich zwangsläufig, mit entsprechenden Leistungsvorgaben, die Kostenstruktur des Projekts (Bild 7).

Zur Optimierung des Personaleinsatzes ist oft eine Glättung des Belastungsprofils notwendig. Die Ressourcenglättung führt zur

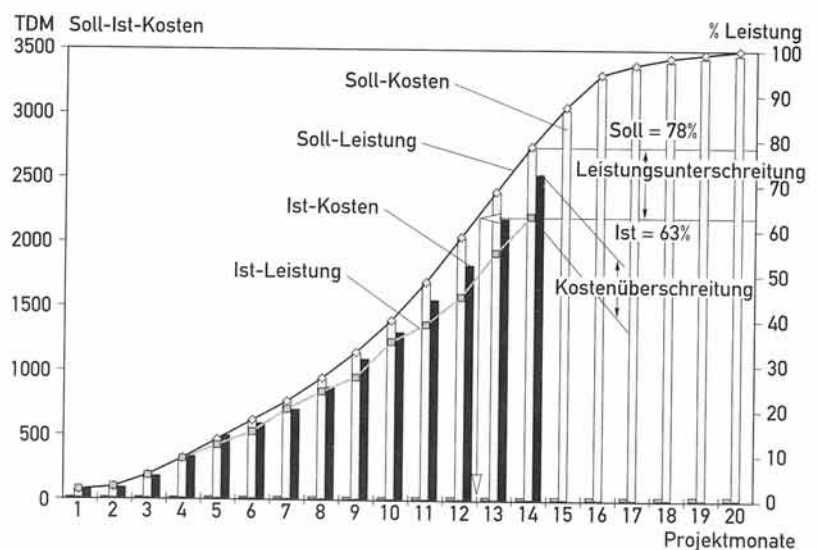


Bild 7. Kostenkontrolle der Ingenieurleistungen der Ausführungsplanung  
Fig.7. Cost control of construction design

Optimierung des wirtschaftlichen Ergebnisses, falls Puffer vorhanden sind. Dies darf aber nicht auf Kosten der Baustelle durchgeführt werden und muß innerhalb des für die Planung vorhandenen Zeitfensters liegen.

Externe Ingenieurbüros versuchen oft eine Optimierung ihrer Kosten unter Nutzung der für die Baustelle vorgesehenen Zeitpuffer. Dies sollte nicht akzeptiert werden, denn Verzögerungen auf der Baustelle, die durch fehlende Pläne verursacht werden, sind aus finanzieller Sicht um 10er Potenzen höher als die zusätzlichen Kosten, die den Ingenieurbüros zur terminlichen Erfüllung der Leistung entstehen.

## 6 Koordinierung der Ingenieurteams

Ein weiteres großes Problem bei diesen „fast-track“-Projekten stellt die Sicherstellung des Informationsflusses zwischen den Beteiligten dar. Die Vermittlung der Gründe für Entscheidungen und die Einbindung der Beteiligten in die Entscheidungsprozesse ist sehr wichtig.

Die Koordinationsproblematik bei Beteiligung von mehreren Ingenieurteams und -disziplinen ergibt sich durch:

1. Trennung der Spezialisten in Gruppen nach Fachgebieten (Konzentration von Fachwissen)
2. Trennung in Gruppen reduziert oft potentiell die Kommunikation zwischen den Gruppen. Innerhalb der Gruppen funktionieren die inoffiziellen Informationswege gut.
3. Konflikte zwischen Projekt- und Spezialistenteamzielen bedingt durch Trennung in Teams
4. unzureichender Informationsfluß – terminlich wie inhaltlich –, z. B.: Spezialistenteam M entwickelt zur Lösung eines Problems eine Variante B, während Spezialistenteam N noch an Variante A arbeitet
5. Einsatz von Mitarbeitern, ausgewählt nach optimalen gruppenspezifischen und nicht nach projektbezogenen Gesichtspunkten

6. Minimierung der teambezogenen indirekten Kosten zum Nachteil der projektbezogenen Kommunikation und des Informationsflusses

7. wirtschaftliche Minimierung der Teamkosten anstelle einer Optimierung der Gesamtprojektkosten

Die Aufgabe des Managementteams ist es, den Informationsfluß zu organisieren und sicherzustellen sowie die Verantwortlichkeit für die Kommunikation festzulegen. Dies wird erreicht durch:

- Informationsaustausch übergreifender Fakten
- Zusammenführung der Fakten und Maßnahmen zur Lösung von Problemen unter Berücksichtigung fachübergreifender Auswirkungen
- Koordinierung der verschiedenen Beteiligten
- klare Entscheidungen nach Abwägung der Fakten nach den Kriterien:
  - Sicherheit und Dauerhaftigkeit zur Erfüllung der vertraglich geforderten Qualität
  - Gesamtwirtschaftlichkeit unter Berücksichtigung des vereinbarten vertraglichen Rahmens

Die verantwortlichen Ansprechpartner der Ingenieurteams müssen festgelegt werden. Diese sind verantwortlich für die Weitergabe der Informationen in den Gruppen. Die klare und vollständige Weitergabe von Informationen ist unbedingt notwendig, um Doppelarbeit zu vermeiden.

Die Anforderungen an die Teamkoordinatoren sind sehr hoch. Sie müssen faktenorientiert, kommunikativ sein, gut organisieren und planen können, müssen die Zusammenhänge des Projektes und der Planung kennen, um die Auswirkungen von Änderungen frühzeitig für die Co-Teams ausfindig machen zu können und um die Kosten gering zu halten.

In der Organisation müssen die Zuständigkeiten und Kommunikationswege festgelegt werden. Inoffizielle Kommunikationswege zwischen einzelnen Personen verschiedener Teams sind wünschenswert.

Der jeweilige Teamkoordinator muß jedoch die Zügel fest im Griff haben, damit die notwendigen formellen Kommunikationswege funktionstüchtig bleiben.

Zur Sicherung des Informationsflusses können folgende Hilfen genutzt werden:

- regelmäßige Teamleiter-Besprechungen
  - wöchentlich oder vierzehntägig
  - feste Agenda
  - Probleme analysieren
  - Lösungen festlegen
  - Status der Arbeit prüfen
  - etc.
- Monatsbericht mit
  - Arbeitsfortschritt
  - Problemen
  - Personalstand
- persönlicher Kontakt zwischen den Teamleitern und Teams
  - Problemlösungsbesprechungen

Dies fördert das gegenseitige Kennenlernen sowie das Verständnis, bildet den Projektteamgeist und reduziert den Teamegoismus.

## 7 Ergebniskontrolle der Ausführungsplanung

### 7.1 Allgemeines

Die Ausführungsplanung muß nach folgenden Gesichtspunkten kontrolliert werden, bevor die Planung zum Einreichen beim Prüflingenieur freigegeben wird:

1. Übereinstimmung mit dem Leistungsleistungsprogramm – Vertragskonformität und Baubarkeit
2. Richtigkeit der Planung in bezug auf Übereinstimmung mit der Statik und widerspruchsfreie Bemaßung
3. ausreichende Vermaßung und gute Lesbarkeit für die praktische Umsetzung auf der Baustelle
4. Einhaltung der Projektkosten in bezug auf Massen und Bauablauf.

Die Planung sollte, wenn man die ersten drei Punkte zusammenfaßt, nach technischen Gesichtspunkten (Tabelle 2) und nach Einhaltung der Projektkosten (Bild 8) überprüft werden. Dies ist besonders bei „fast-track“-Projekten unbedingt notwendig, da das Projekt zu Beginn der Auftragsphase nur in

Tabelle 2. Technische Planungskontrolle  
Table 2. Quality control of the design according to technical view points

| Statische Berechnungen |   | Ausführungspläne |  |
|------------------------|---|------------------|--|
| 1.0                    | Übereinstimmungen mit dem Planungsleistungsprogramm, vereinbarten Spezifikationen, Normen, Vorschriften etc.          | 1.0              | Übereinstimmungen mit dem Planungsleistungsprogramm, vereinbarten Spezifikationen, Normen, Vorschriften etc.                                   |
| 2.0                    | Lastannahmen  | 2.0              | formaler Aufbau: Zeichnungsnummer, Bezeichnung und eindeutige Zuordnung zum Bauteil, Referenzzeichnungsliste, Index, Maßstäbe, Materialangaben |
| 3.0                    | Last- und Bauzustände, Lastkombinationen etc.   | 3.0              | Baubarkeitsprüfung, eventuell Bauablaufschemas, falls statisch erforderlich  |
| 4.0                    | statische Modellfindung   | 4.0              | Übereinstimmung mit statischer Berechnung  |
| 5.0                    | Schnittkraftlinienüberprüfung hinsichtlich Plausibilität zwischen Lasten und Schnittkraft- und Verformungslinien etc. | 5.0              | Richtigkeit und Vollständigkeit der Vermaßung und Darstellung sowie Überprüfung mittels Referenzplänen, wo nötig                               |
| 6.0                    | überschlägliche Nachbemessung und/oder Vergleich mit Einheitsmassen bezogen aus Referenzprojekten.                    |                  |  |

ausreichenden Aufschluß über die Baubarkeit geben (z. B. Schnittpunkte und Kreuzungen hochbewehrter Bauteile), müssen Details nachgefordert werden. Die Prüfung von Plänen kann in manchen Fällen mittels der manuellen oder der CAD-Overlaytechnik erfolgen. Dies kann zur Reduzierung des Aufwands führen, wenn z. B. für die Schalpläne Aussparungen, Einbauteile, Verankerungen für Maschinen etc. direkt aus den Rohrleitungsplänen entnommen werden.

**7.3 Kontrolle der Projektkosten**

Die Kosten eines Projektes werden in den Phasen

- Vorstudienphase
- Vorprojektphase
- Projektabwicklungsphase analysiert.

In der **Vorstudienphase** besteht das Planungsziel darin, die konzeptionelle Projektalternative zu wählen, die die geringsten Gesamtkosten bezogen auf die Lebensdauer verursacht, bei gleicher wirtschaftlicher Nutzung sowie maximalem Gewinn.

Dabei sollten die Gesamtkosten einschließlich Unterhaltungskosten unter Berücksichtigung von Kostensteigerungen und Einnahmen auf den Investitionszeitpunkt nach der „Net Rate of Return“-Methode [9], [10] abgezinst werden.

Die Genauigkeit der Vorstudie liegt bei 20 bis 30 %. Aufgrund der gewählten Projektalternative wird nun die Vorprojektphase eingeleitet.

In der **Vorprojektphase** werden für die gewählte Alternative verschiedene bauliche und betriebliche Konzepte analysiert. Die Projektinvestitionen sowie die jeweiligen Betriebs- und Unterhaltungskosten werden untersucht und den Einnahmen in einer abgezinsten Berechnung über die Nutzungsdauer gegenübergestellt. Der ermittelte Zinssatz der geplanten Investition wird mit dem Marktzins möglicher anderer Investitionen verglichen [9].

In der **Projektentwicklungsphase** erfolgt dann die Optimierung der Baukosten auf der Basis des baulichen und betrieblichen Konzepts. Hier stellt sich im we-

Internes Leistungsverzeichnis

| Nr. | Leistungsbeschreibung | Massen     |           | Einheitspreis<br>DM/EH | Leistungspreis |           |
|-----|-----------------------|------------|-----------|------------------------|----------------|-----------|
|     |                       | Soll<br>EH | Ist<br>EH |                        | Soll<br>DM     | Ist<br>DM |
|     |                       |            |           |                        |                |           |
|     | Teilsummen:           |            |           |                        |                |           |
|     | Total:                |            |           |                        |                |           |
|     | Abweichung DM:        |            |           |                        |                |           |
|     | Abweichung %:         |            |           |                        |                |           |

Anmerkungen:

1. EH = Einheitspreis
2. Die in der Vorplanung ermittelten Massen (Soll), die gleichzeitig Preisbildungsbasis ( $\pm 10\%$ ) waren, müssen gegenüber den in der Ausführungsplanung endgültig ermittelten Massen (Ist) verglichen werden, um die Planung im Rahmen des Leistungsprogramms zu steuern.

Bild 8. Kontrolle der Projektkosten während der Ausführungsplanung  
Fig. 8. Project cost control during the construction design phase

der Vorplanungsstufe bekannt ist, allerdings zur Preisbildung herangezogen wird.

**7.2 Technische Plankontrolle**

Die interne Prüfung sollte durch einen erfahrenen Ingenieur selektiv erfolgen. Die Kriterien dieser Kontrolle sind in Tabelle 2 aufgelistet.

Die Baubarkeit der Konstruktion muß geprüft und beurteilt werden. Wenn die Planungsunterlagen bei komplizierten Bauteilen keinen

Die Baubarkeit der Konstruktion muß geprüft und beurteilt werden. Wenn die Planungsunterlagen bei komplizierten Bauteilen keinen

sentlichen nur noch die Frage der Einhaltung der Baukosten oder deren Unterschreitung durch die Wahl der optimalen Baumethode. Die Schwankungsbreite liegt in der Regel bei 10 %. Bei der Analyse der Baukosten des Angebotes auf der Basis der Vorplanung ist auch der vorgeschlagene Zahlungsplan mit Verzinsung auf das Ende der Bauzeit zu berechnen, um die gesamten Baukosten des Angebotes beurteilen zu können.

Widersprüche zwischen Bauherrn und Bauunternehmungen ergeben sich wie folgt:

- Die Baufirma möchte möglichst einen positiven, nach vorn gezogenen Zahlungsplan mit teilweise erheblichen Finanzierungskosten.
- Der Bauherr bevorzugt einen negativen, nach hinten gedrückten Zahlungsplan mit geringen Finanzierungskosten.

Die Frage nach der Gesamtwirtschaftlichkeit stellt sich erneut, wenn von den Anbietern konzeptionelle Änderungen vorgeschlagen werden, z. B.: der Bauherr schreibt ein U-Bahnhofkonzept mit Lichtkuppeln und Tageslichtzugang über einem offenen Treppenhaus aus, die Baufirma bietet einen Kavernenbahnhof mit Röhrenzugängen ohne Tageslicht an, der wesentlich billiger ist. Hinsichtlich der Nutzungsakzeptanz stellt sich die Frage, ob das Alternativkonzept die gleichen Einnahmen generiert.

In der Ausführungsplanungsphase [11], [12] werden zur Überprüfung der Kosten die Mengensätze, die im Vorentwurf ermittelt und für die Kostenermittlung angesetzt wurden, systematisch überprüft (Bild 8).

Dies gilt im wesentlichen für die kalkulatorisch wichtigen Hauptmassen. Oft geben externe Ingenieurbüros im Vorplanungsstadium eine Massengarantie.

Wenn nun während der Ausführung erkannt wird, daß die Massen überschritten werden, z. B. durch Lastfälle oder Bauzustände, die vorher nicht untersucht wurden, dann muß gezielt geprüft werden, welche Möglichkeiten zur Einhaltung des Kostenrahmens bestehen.

Oft werden folgende Maßnahmen vorgeschlagen:

- a) Vollquerschnitte mit Hohlräumen zu versehen, um Beton zu sparen
- b) sequentielle Vorspannung gemäß Baufortschritt, um Spannstahl zu sparen
- c) filigrane Konstruktionen (mit hohem Schalungsaufwand)
- d) höhere Materialgüten, etc.

Diese Maßnahmen reduzieren einseitig die Massen, ohne die Gesamtwirtschaftlichkeit im Auge zu haben. All die vorgeschlagenen Maßnahmen zur Minimierung bzw. Einhaltung der Massen müssen auf ihre baubetrieblichen Auswirkungen und auf die Gesamtwirtschaftlichkeit untersucht werden.

Die Maßnahmen a), b) und c) können einen wesentlich höheren baubetrieblichen Aufwand verursachen und die Qualität des Bauteils beeinflussen, wie z. B.:

- Platzeinengungen beim Verlegen der Schlaff- und Spannstahlbewehrung
- Qualitätsprobleme aufgrund der Bewehrungskonzentration beim Einbringen und Verdichten des Betons
- Erhöhung der baubetrieblichen Abhängigkeiten von Arbeitsabläufen, z. B. Vorspannen in mehreren Phasen gemäß Baufortschritt
- Vorhaltung zusätzlicher Arbeitsbühnen und Vorspanngeräte, Mannschaft etc. sowie besondere Maßnahmen für temporären Korrosionsschutz

Die Maßnahme d) verursacht höhere Materialpreise, reduziert jedoch die Mengen. Dies wirkt sich kostengünstig aus hinsichtlich

- geringerer Transportkosten
- geringerer Lohnkosten beim Verlegen und Betonieren

Man muß jedoch berücksichtigen, daß höhere Festigkeiten den E-Modul meist nur gering beeinflussen. Der Vorteil höherer Materialgüten bei der Bemessung des Grenzzustandes geht dann im Gebrauchszustand oft verloren.

In der Beurteilung sollte man die kalkulatorischen Ansätze der Direktkosten und nicht die der Verkaufspreise ansetzen.

Etwas mehr Beton (interner Kostenvergleich des AN bei Pau-

schalverträgen) ist oft billiger – reiner Lieferpreis ohne allgemeine Geschäftskosten – als zusätzlicher Schalungsaufwand, z. B. für verlorene Innenschalung (Material und Lohnkosten) und die Erschwernisse beim Verlegen der Bewehrung sowie den zusätzlichen Qualitätsproblemen beim

- Verdichten des Betons im Bereich von Bewehrungsstößen
- Verdichten des Betons unterhalb der Innenschalung
- Sichern der Innenschalung gegen Auftrieb, etc.

Dieser Vergleich ist gerechtfertigt, da die allgemeinen Geschäftskosten bereits gedeckt sind und durch diese Maßnahmen kaum zusätzliche entstehen.

## 8 Anforderungen an die Ingenieurausbildung

Für die technisch wie wirtschaftlich erfolgreiche Abwicklung komplexer „fast-track“-Projekte ist das Zusammenwirken von Planern und Bauleitern unumgänglich.

In der Praxis wird das übergreifende Zusammenwirken manchmal erschwert durch Unzulänglichkeiten in der technisch-planerischen bzw. baubetrieblichen Kompetenz der Beteiligten. Die handwerklich erfahrenen Fachhochschulingenieure werden immer stärker durch akademisch ausgebildete Ingenieure ersetzt. Immer weniger Bauleiter beginnen ihren beruflichen Weg im technischen Büro oder verfügen über eine gründliche konstruktive, planerische Ausbildung.

Den planenden Ingenieuren fehlt oft jede baubetriebliche und terminplanerische Kompetenz. Daher ist es unbedingt notwendig, daß die Baufirmen und Universitäten ihr Konzept des planenden wie auch baubetrieblichen Nachwuchses überdenken. Erfreulicherweise kann man gute Ansätze bei den großen Baufirmen erkennen, was die angebotene Trainee-Ausbildung angeht. In der Ausbildung an den Hochschulen sollte eine stärkere Verzahnung zwischen baubetrieblichen und den konstruktiven, entwerfenden Fächern angestrebt werden. Dies kann durch Pflichtkombinationen oder

Teamstudienarbeiten zwischen konstruktiven, planenden und baubetrieblichen Fächern erreicht werden.

## 9 Zusammenfassung

Diese Projektabwicklungsform, ob bei Planern oder Bauleitern bevorzugt oder nicht, wird sich aus marktstrategischen Gründen bei Investoren und Bauherren immer stärker durchsetzen. Die Anforderungen an den Bauingenieur werden dadurch immer komplexer hinsichtlich betriebswirtschaftlichen Handelns, Projektleitung und -steuerung, Organisationsvermögen, Kommunikation, Erkennung und Steuerung der Zusammenhänge, basierend auf einem exzellenten theoretischen Bauingenieurwissen und der baupraktischen Erfahrung.

Die Vorteile dieser „fast-track“-Projekte können wie folgt charakterisiert werden:

1. Aus der Sicht des Auftraggebers:
  - schnelle wirtschaftliche Nutzung und Umsetzung von Marktchancen
  - feste planbare Investitionskosten
  - keine Nachforderungen durch Totalunternehmervertrag
2. Aus der Sicht des Auftragnehmers:
  - Gestaltung von Planung und Bauausführung unter optimaler Nutzung der marktspezifischen unternehmerischen Bauverfahren und Stärken

- geringerer Konkurrenzdruck, bedingt durch die hohen Anforderungen an die Finanzkraft sowie technisches „know how“ des Totalunternehmers

Die Nachteile sind unter anderem:

1. starker Zeitdruck
2. Fehler sind kaum korrigierbar ohne wirtschaftlichen Schaden zu verursachen, bedingt durch den geringen Vorlauf in der Planung
3. meist etwas höhere Planungs- und Baukosten

Um die Vorteile zu verwirklichen und die Nachteile möglichst ausschalten zu können, werden höchste Ansprüche gestellt an:

1. Projektmanagement
2. Planungsmanagement
3. Personal
4. Termineinhaltung
5. Koordinierung

## Literatur

- [1] *Brandenberger, J., Ruosch, E.*: Projektmanagement im Bauwesen. Baufachverlag AG Zürich Dietikon, 1985.
- [2] *Rutter, P. A., Martin, A. S.*: Engineering Management – Management of design offices. Thomas Telford, London, 1990.
- [3] *Wearne, S.*: Engineering Management – Principles of engineering organization. Thomas Telford, London, 1993.
- [4] *Wearne, S.*: Engineering Management – Principles of engineering projects. Thomas Telford, London, 1993.
- [5] *Manual of Professional Practice: Quality in the Construction Projects – A Guideline for Owners, Designers and Contractors, Volume 1, American Society of Civil Engineers, New York, USA, 1988.*
- [6] *Black, W., Price, P., u. a.*: ACI – Detailing Manual – 1980 (ANSI/ACI 315-80 and 315R-80). American Concrete Institute, Detroit, Michigan, USA, 1987.
- [7] *Fisk, E. R.*: Construction Project Administration. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey USA, 1992.
- [8] *Groh, H., Gläs, S., u. a.*: Netzplantechnik. VDI Verlag, Düsseldorf, 1972.
- [9] *Mott, G.*: Investment Appraisal for Managers. Gower Publishing Company Ltd., Aldershot Hants UK, 1987.
- [10] *Ross, St., Westerfield, R., Jaffe, J.*: Corporate Finance. Irwin Boston Massachusetts USA, 1993.
- [11] *Johnston, D. C.*: Planning Engineering Management – Control of engineering projects. Thomas Telford, London, 1993.
- [12] *Ibbs, W., Ashley, D.*: Project Controls – Needs and Solutions. American Society of Civil Engineers, New York USA, 1987.
- [13] *Seufert, R.*: Handbuch für Kommunale Vertragsmuster – Handbuch die für Vergabe und Ausführung von Architekten-/Ingenieurleistungen sowie städtebaulichen/landschaftsplanerischen Leistungen mit Vorschriftenammlung. Richard Booberg Verlag, Stuttgart, 1994.

## Autor dieses Beitrages:

Dr.-Ing. Gerhard Girmscheid, Krauskopffallee 41, 65388 Georgenborn