

Konzept zur rechnergestützten integrierten Projektsteuerung im Bauwesen

Projektsteuerung - eigentlich neben der Projektplanung und -organisation Teil des Projektmanagementkonzeptes - wird im Bauwesen als Synonym für 'Projektmanagement' verwendet. Das Leistungsbild der Projektsteuerung ist in den letzten Jahren verschiedentlich definiert und präzisiert worden. [1] Danach werden vier Leistungsbereiche fixiert:

- Organisation und Dokumentation
- Quantität und Qualität
- Termine und Kapazitäten
- Kosten und Finanzen.

Im Prozeß der Projektrealisierung bildet die externe und interne Projektorganisation die Basis für alle ablaufenden Prozesse, während Qualität und Leistung, Kosten und Termine die wesentlichen Kriterien darstellen, an denen der Projektfortschritt gemessen wird. [2]

Unter **integrierter Projektsteuerung** versteht man allgemein die Betrachtung der Größen Termine, Kosten und Leistung im Zusammenhang, d.h. alle drei Größen sind voneinander abhängig und beeinflussen sich gegenseitig. (vgl. Abb. 1)

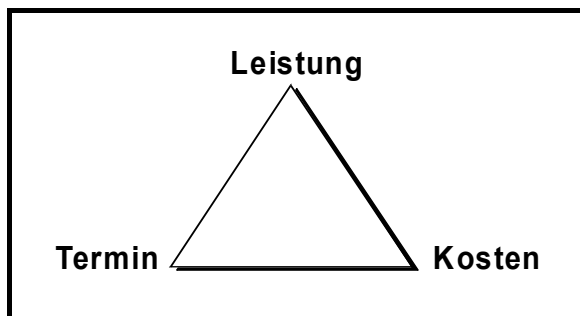


Abb. 1: Magisches Dreieck der Projektsteuerung

Aus Gründen der Praktikabilität werden i.a. die drei Größen getrennt ermittelt, geplant, kontrolliert und gesteuert. Vorhandene Programme bieten Kostenverfolgung, Plan-Ist-Vergleich und Trendbetrachtungen sowie Verfahren zum Ressourcenausgleich an. Es sind z.Zt. keine Programme am Markt, die eine integrierte Betrachtung ermöglichen.

Gründe für die unbefriedigende Situation sind u.a.:

- Die am Markt angebotenen Projektmanagement-Softwarepakete sind überwiegend branchenneutral entwickelt, spezifische Besonderheiten der Baubranche wurden nicht berücksichtigt.

- Die Kostenermittlung erfolgt im Bauwesen i.a. mit AVA¹-Programmen - völlig unabhängig von der Ablauf- und Terminplanung, d.h. die erhaltenen Kostenaussagen sind zeitunabhängig.
- Die **Datenbasis** ist für die verschiedenen Verfahren der Kostenermittlung in Abhängigkeit von der Phase der Projektrealisierung unterschiedlich z.B.
 - geometrieabhängige Kennzahlen z.B. DM/m² Fläche / DM/m³ umbauter Raum
 - funktionsabhängige Kennzahlen z.B. DM/Bett / DM/Arbeitsplatz / DM/Stellplatz etc.
 - bauelementebezogene Kennzahlen z.B. DM/m² Wand / DM/m² Dach etc.
 - auf Leistungspositionen orientierte Durchschnittswerte (SIRADOS-Texte etc.).
 Alle diese Datenbasen enthalten keinerlei Elemente der Zeitbezogenheit, sind also auch **zeitunabhängig**.
- Die Gliederung der Kosten erfolgt i.a. auf der Basis der DIN 276 [3] - d.h. rein **objektorientiert** nach Bauteilen, Bauelementen und erfordert damit auch eine objektorientierte Projektstrukturierung.
- Die Ablauf- und Terminplanung orientiert sich an Ablaufstrukturen, Einsatzmitteln, Gewerken und steht damit im Gegensatz zur Objektorientierung bei der Kostenplanung, d.h. hier ist eine **ablauforientierte** Projektstrukturierung gefragt. Die Ablauf- und Terminplanung wird durch die Projektmanagement-Software gut unterstützt, aber es entsteht eben das Problem, daß die objektorientierten ermittelten Kosten den ablauforientierten strukturierten Vorgängen nur schwer zuordenbar sind.

Die Folge davon ist - Terminplanung und- verfolgung und Kostenplanung und -steuerung laufen nebeneinander her, sie werden nicht "integriert". (s. auch Abb. 2)

Die dahinterliegenden inhaltlichen Prozesse werden durch Software nur zum Teil - auf jeden Fall nicht durchgängig unterstützt.

¹ Ausschreibung, Vergabe, Abrechnung

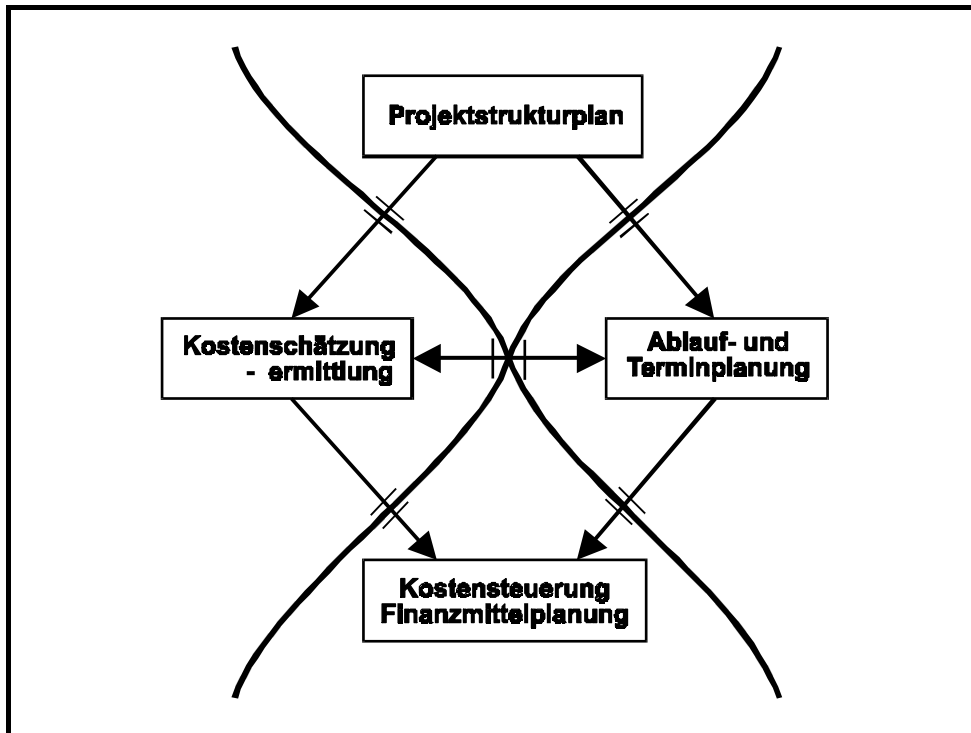


Abb. 2: Prozesse der Leistungs-, Termin- und Kostenplanung

Welche Lösungsansätze gibt es für das Problem?

Wir arbeiten in Weimar seit einigen Jahren an dieser Problematik (vgl. [4], [5], [6], [7], [8]). Das hier entwickelte Lösungskonzept sei nachfolgend vorgestellt:

1. Zunächst muß bei der Projektstrukturierung eine Form der Gliederung gefunden werden, die verschiedene Bedingungen erfüllt:
 - **leistungsbezogen**, d.h. die im Projekt zu erbringenden Leistungen müssen sich in der Projektstruktur - als Teilprojekte, Teilaufgaben oder Arbeitspakete - niederschlagen. Es sollten auch Gesichtspunkte der Vergabe und Vertragsgestaltung berücksichtigt werden. Damit ergibt sich die Möglichkeit, Kosten nach Leistungseinheiten zu aggregieren.
 - **ablaufbezogen**, d.h. Bildung von Ablaufelementen, denen Leistungen und Kosten sowie Termine zugeordnet werden können. Damit wird eine zeitbezogene Kostenzuordnung zu Leistungen in den Ablaufelementen ermöglicht.
 - **kostenbezogen**, d.h. den definierten Leistungseinheiten (Arbeitspaketen) können - entweder auf der Ebene Arbeitspaket oder auf einer darunterliegenden Ebene (Leistungsposition, Gewerk u.a.) eindeutig Kosten zugeordnet werden.

Dieser Zusammenhang ist in **Abb. 3** dargestellt. Die Verbindung zwischen Leistung, Terminen und Kosten erfolgt über eine geeignete Codierung.

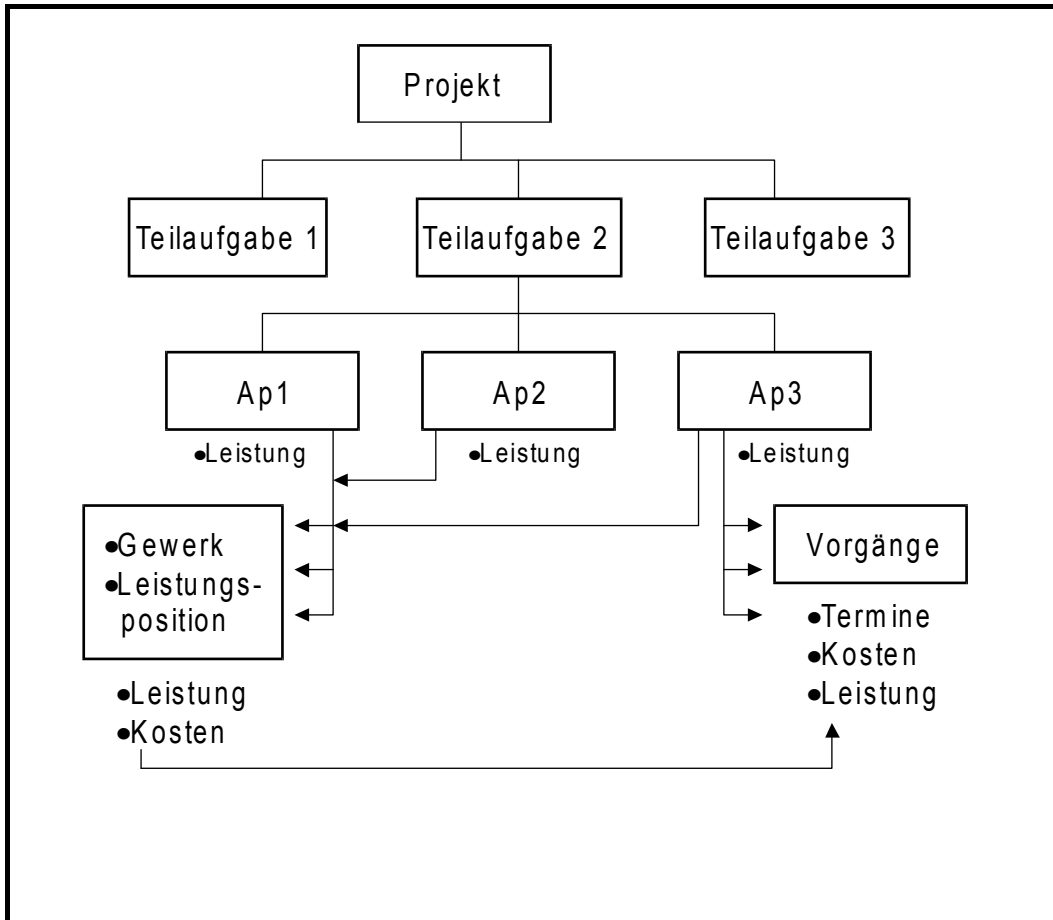


Abb. 3: Projektstrukturierung

2. Die Definition der Beziehungen zwischen Leistung, Ablaufeinheit und Kostenelement über die Projektstrukturierung ist eine notwendige Voraussetzung für weitere Lösungen.

Als nächstes wird eine Integration verschiedener Softwarepakete angestrebt.

Zu lösen sind folgende inhaltliche Prozesse:

- Projektstrukturierung (Leistungsstruktur)
- Termin- und Ablaufplanung (Ablaufstruktur)
- Kostenermittlung (Kostenstruktur)
- Auswertung zeitbezogener Kostenentwicklung.

Bezug und entstehende Schnittstellen sind in Abb. 2 erkennbar.

Eine erste Pilotlösung entwickelt Seifert [5] auf der Basis einer Kopplung von MS Project, Graneda Dynamic und MS Excel (für Kostenermittlung und Auswertung).

Am Beispiel des Verbindungsbaus für das Kreiskrankenhaus Mittweida führt Seifert eine erste praktische Erprobung durch und weist die prinzipielle Funktionsfähigkeit einer solchen Kopplungslösung nach.

Die Datenübertragung zwischen MS Project und Excel erfolgt auf der Basis der Dynamischen Datenübertragung (DDE). Das Kopplungsschema zeigt Abb. 4.

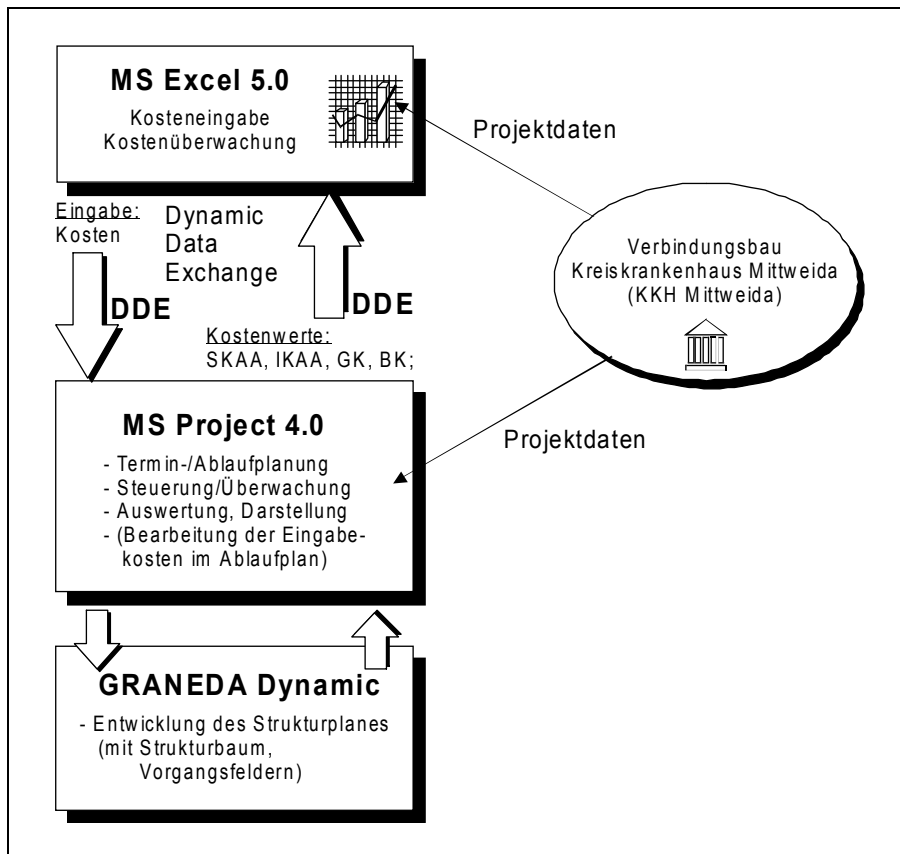


Abb. 4: Kopplungslösung nach [5]

Die Termin- und Ablaufplanung, -steuerung und -überwachung sowie deren Auswertung und Darstellung erfolgen im MS-Project. Die Kosteneingabe und -auswertung werden im Softwaretool MS-Excel durchgeführt. Dabei werden die Eingabekosten durch Dynamische Datenübertragung (DDE) der MS-Project-Anwendung zugewiesen und in die Ablauf- und Terminplanung eingebunden. Nach der Bearbeitung (zeitliche Einordnung) im MS-Project werden die neuen Kostenwerte mit den dazugehörigen Terminwerten und Fertigstellungswerten wieder in die Excel-Anwendung zurückübertragen (DDE). Hier werden die Daten ausgewertet und graphisch dargestellt (Balken- und Kurvendiagramme). Für die Kostenverfolgung und -steuerung sind des weiteren die Standardtabellenansichten im **MS-Project**: "Kosten und Kostenanalyse" zu nutzen.

Mit Hilfe von **GRANEDA Dynamic** wird der Strukturplan entwickelt. **GRANEDA Dynamic** ermöglicht verschiedene Darstellungen des Strukturbaumes, wobei unterschiedliche Informationen in den Vorgangsfeldern dargestellt werden können.

Diese erste Pilotlösung war für praktische Anwendungen noch nicht geeignet, weil durch die DDE-Schnittstellen zu starr und zu langsam.

Von Pitschel [6] werden drei Kopplungsmöglichkeiten von Projektmanagement-Software mit anderen Anwendungen untersucht. Mit solchen Lösungen kann mangelnde Pro-

grammfunktionalität überwunden und eine durchgängige Rechnerunterstützung während des Projektverlaufs gewährleistet werden. Es wird angenommen, daß die Erweiterung aus den Teilen

- PSP-Programm (stellt grafischen Projektstrukturplan zur Verfügung)
- Kostenverfolgungsprogramm (Kostenverfolgung über die Möglichkeiten des PM-Programms hinaus)
- Programm für grafische Datenaufbereitung (grafische Datenaufbereitung über die Möglichkeiten des PM-Programms hinaus)

besteht. Derartige Lösungen erfordern die Existenz leistungsfähiger Makro-Sprachen innerhalb der beteiligten Anwendungen.

- **Kopplung an ein Datenbankprogramm (Variante 1)**

Alle Daten der beteiligten Anwendungen werden in einer Datenbank gehalten. Diese wird von einem zugehörigen Datenbankprogramm verwaltet. Zusätzlich stellt das Datenbankprogramm einen Mechanismus zum Start der einzelnen Anwendungen zur Verfügung. Dem Benutzer wird dafür ein Menü angeboten. Beim Starten einer Anwendung werden zunächst die relevanten Daten aus der Datenbank übertragen. Ist die Bearbeitung abgeschlossen, wird die Datenbank aktualisiert, die Anwendung beendet und das Datenbankprogramm erhält die Steuerung.

Voraussetzung für diese Variante ist, daß sowohl das Datenbankprogramm als auch die Anwendungen sich per DDE-Befehle oder OLE-Automatisierung fernsteuern lassen. Diese Steuerungsmechanismen werden jeweils aus Makros heraus angestoßen.

Der Aufwand für die Erstellung der Datenbank ist hoch, da umfangreiche Datenmengen aus verschiedenen Programmen zusammengefaßt werden müssen. Ein weiterer Nachteil ergibt sich auf der Benutzerseite. In jeder Anwendung würden die programmspezifischen Funktionen Laden und Speichern überflüssig, da sie vom Datenbankprogramm im Zusammenspiel mit den dafür bereitgestellten Makros ersetzt würden. Dieser Umstand kann beim Anwender zu Verwirrung führen.

- **Kopplung über ein Steuerungsprogramm und eine Datenbank (Variante 2)**

Dieses Konzept ist von Variante 1 abgeleitet, berücksichtigt aber die Tatsache, daß nicht jede Anwendung DDE-Befehle bzw. OLE-Automatisierung unterstützt. Die Aktualisierung der Datenbank erfolgt nun durch direkten Zugriff auf die Dateien der beteiligten Anwendungen. Über ein abgekoppeltes Steuerprogramm, welches ein Menü bereitstellt, werden die Anwendungen gestartet.

Als Voraussetzung für diese Variante müssen die Datenstrukturen aller beteiligter Anwendungen analysiert und ein programmtechnischer Zugriff für Lese- und Schreiboperationen geschaffen werden.

Es ist nicht auszuschließen, daß sich in einer künftigen Programmversion einer Anwendung deren Dateiformat verändert, was eine Neuprogrammierung der Dateischnittstelle in den Makros erforderlich machen würde.

- **Das PM-Programm als Ausgangspunkt (Variante 3)**

Das PM-Programm bildet die Basis der Verarbeitung. Andere beteiligte Programme werden von hier aus gestartet. Dafür wird vorausgesetzt, daß das PM-Programm Makro-Aufrufe aus der Menü- bzw. der Symbolleiste unterstützt. Die Programme sind für ihre Datenhaltung selbst verantwortlich. Kommunikation und Datenaustausch erfolgen über DDE-Befehle bzw. OLE-Automatisierung. (vgl. Abb. 5)

Dieses Modell spiegelt auch den Sachverhalt wider, daß der überwiegende Teil der Bearbeitung im PM-Programm erfolgt und die anderen Anwendungen Ergänzungen darstellen.

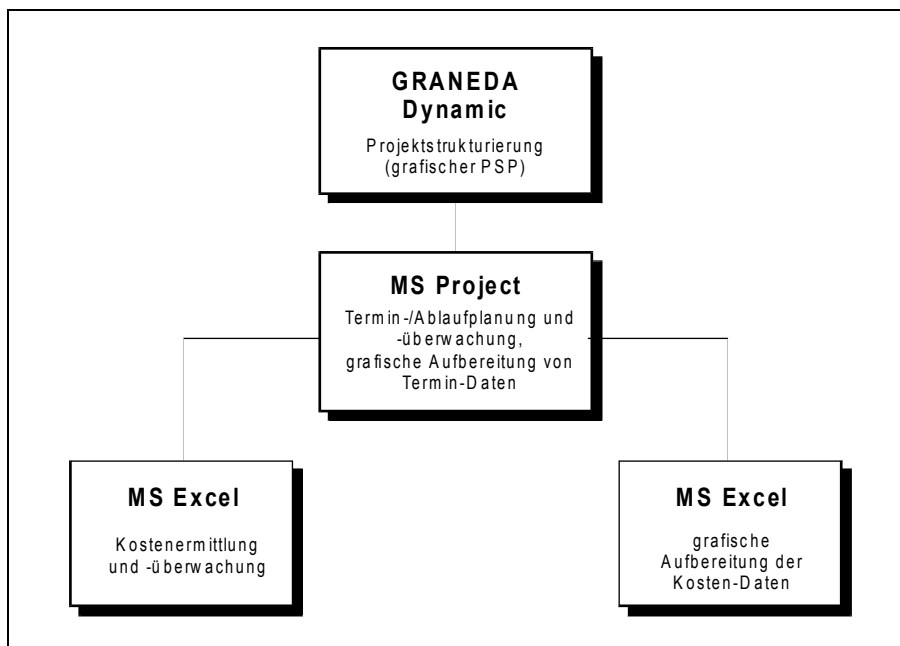


Abb. 5: Gesamtstruktur der Kopplungslösung

Die Programmbenutzer brauchen keine Besonderheiten für globale Datenverwaltung zu beachten. Der Implementationsaufwand ist überschaubar.

Fazit

Eine allgemeine Lösung für die Kopplung von PM-Programmen mit anderen Anwendungen kann nicht angegeben werden. Das ergibt sich aus den unterschiedlichen Fähigkeiten der Programme bezüglich Makro-Programmierung, Datenaustausch und Steuerungsmöglichkeiten. Der Anpassungsaufwand eines PM-Programms an die Varianten 1 und 2 ist sehr hoch, da Dateioperationen und Datenbankzugriffe programmiert werden müßten. Variante 3 ist sowohl bei der Umsetzung als auch in der Bedienung übersichtlich.

Ausgehend von Variante 3 wurde eine praktikable Kopplungslösung entwickelt. (vgl. Abb. 5) Als Projektmanagement-Programm wurde MS Project ausgewählt. Es zeichnet sich besonders durch seine Benutzerfreundlichkeit aus. Einfache Bedienbarkeit von Software erhöht wesentlich die Akzeptanz des Benutzers. Mit MS Project wird die gesamte Termin- und Ablaufverfolgung einschließlich grafische Repräsentation vorgenommen. Diese Funktionen können mit der Anwendung sehr gut bearbeitet werden.

GRANEDA Dynamic wird zur Kompensierung des bei MS Project fehlenden grafischen Projektstrukturplans eingesetzt. Das ebenfalls für diesen Zweck entwickelte GRANEDA Light wurde nicht berücksichtigt, weil hier nur das Anzeigen, nicht aber die interaktive Manipulation des Projektstrukturplans möglich ist. Außerdem ist das Laufzeitverhalten schlechter.

Die gesamte Kostenermittlung und -überwachung erfolgt in MS Excel. Das gleiche gilt für die grafische Aufbereitung der Kosten-Daten. MS Excel wurde für die genannten Zwecke ausgewählt, weil es weitverbreitet ist, sich leicht bedienen läßt, hohe Flexibilität garantiert und gute Kopplungsvoraussetzungen mitbringt

Sowohl GRANEDA Dynamic als auch MS Excel werden direkt aus MS Project heraus gestartet. Das kann über die Symbolleiste oder wahlweise über das Menü erfolgen. Nach dem Starten erfolgt jeweils eine Übertragung der notwendigen Daten. Ist dieser Vorgang beendet, können die Programmiererweiterungen genutzt werden.

Diese Lösung ist zur Zeit in einem Projektsteuerungsbüro an ausgewählten Projekten in der Erprobung.

3. Schließlich soll am Schluß noch ein Lösungskonzept vorgestellt werden, an dem z.Zt. eine Projektgruppe unter Leitung des Verfassers arbeitet. Vorarbeiten dazu lieferten [7], [8].

Im Fernwärmeleitungsbau ist der Stand der Anwendung von Projektmanagement nur gering ausgeprägt. Man erhofft sich aber durch den gezielten Einsatz von Projektmanagementmethoden eine Erschließung wesentlicher Kostensenkungspotentiale. Dazu soll eine rechnergestützte Systemlösung entwickelt werden, die es gestattet, eine integrierte Betrachtung von Zeit, Kosten und Leistungen vorzunehmen. Das zu schaffende Instrumentarium soll

- anbietenden Bauunternehmen ermöglichen, dem Bauherren eine zeit- bzw. kostenoptimale Abwicklung von Leitungsbaustellen nachzuweisen sowie den Bauablauf computerunterstützt zu steuern und
- die Bauherren in die Lage versetzen, bei der Vergabe nicht nur wie bisher die Gesamtkosten, sondern auch die Bauabwicklung zu bewerten. Darüber hinaus kann der Bauherr/Projektsteuerer das Instrumentarium zur kostenoptimalen Steuerung des Bauablaufes nutzen.

Das Lösungskonzept beruht auf folgenden Ansätzen:

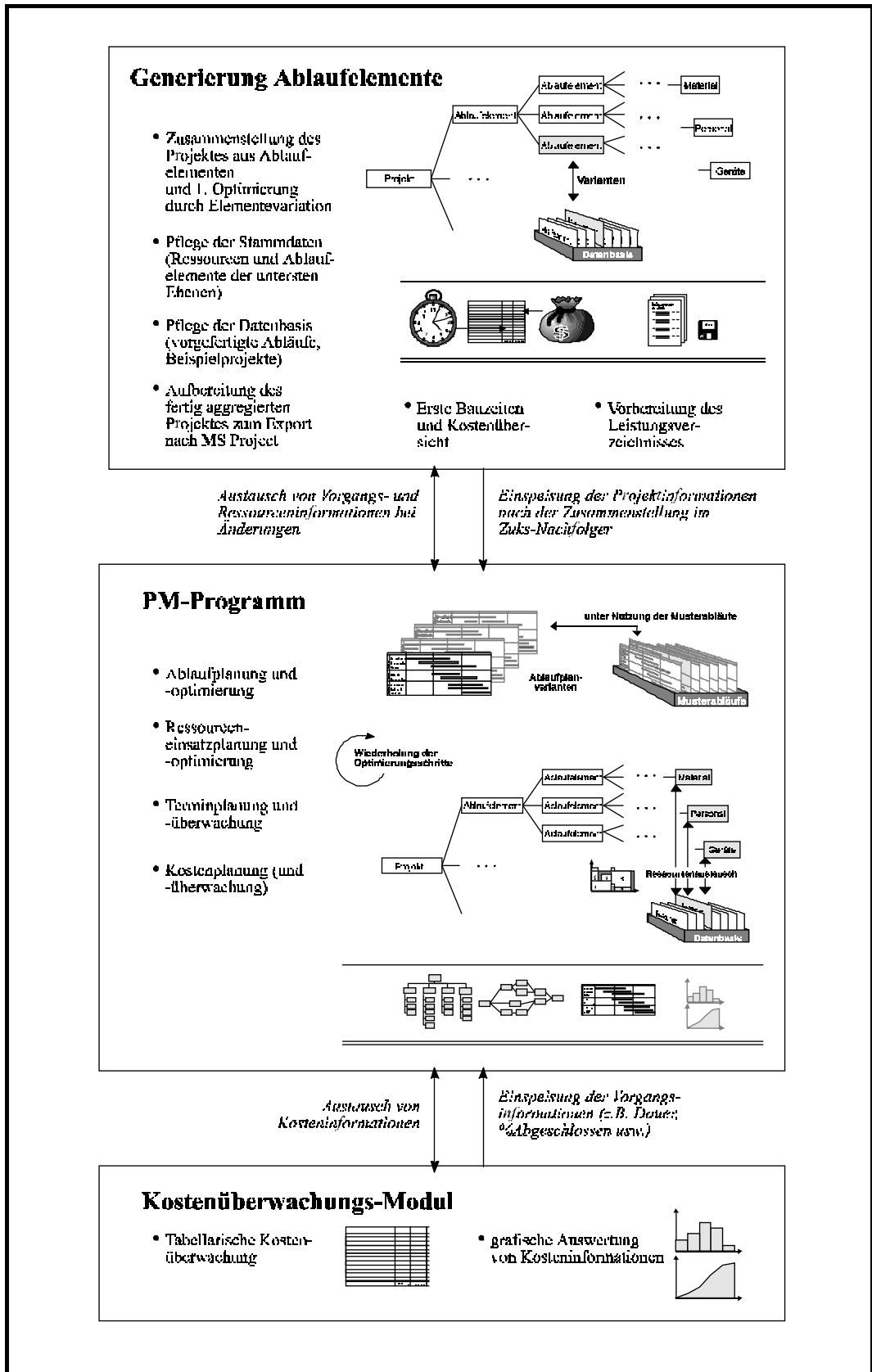
- Nutzung eines Datenbestandes, der in einem Vorläuferprojekt entstanden ist und umfangreiche Daten über Material, Personal, Geräte, Zeitaufwände u.ä. enthält. Dieser Datenbestand wurde in einem 1. Schritt mit moderner Software für künftige Bearbeitungen verfügbar gemacht.
- Entwicklung einer Methodik zur Strukturierung und Generierung von Ablaufelementen aus dem o.g. Datenbestand mit Zuordnung von Einsatzmitteln, Dauern, Kosten zur Übernahme in die Ablaufplanung.
- Weiterführung theoretischer Grundlagenuntersuchungen zur Kostenzeit-Dynamik von Wolff [4] und Ableitung eines Kalkulationsschemas und einer Optimierungsstrategie zur zielstrebigem Freisetzung von Kostensenkungspotentialen. Diese Prozesse werden rechnerunterstützt verfügbar sein. [9]
- Rechentechnische Gestaltung einer Softwarelösung mit den Programmbausteinen (s. auch Abb. 6):

- **Generierungsbaustein:**

Im Generierungsbaustein werden die Projekte aus Arbeitselementen und Ressourcenzuordnungen zusammengestellt. Es können erste Kostenübersichten für das Projekt erstellt werden. Für Ablaufelemente werden Ausführungszeiten berechnet. Die Gesamtdauer des Projektes kann noch nicht angegeben werden, da die Vorgänge hier zeitpunktunabhängig sind und der Projektablauf noch nicht festgelegt wurde.

Ablaufelemente können vom Benutzer zusammengestellt oder aus der Datenbasis ausgewählt und eingebunden werden. Die Ausführungszeiten eines Ablaufelementes errechnet das System aus der Zusammenstellung der Arbeitselemente, aus denen der Ablauf besteht. Die Kosten ergeben sich aus den Ressourcenzuordnungen zuzüglich der festen Kosten von Ablaufelementen.

Ist das Projekt zusammengestellt, werden die Daten für den Export nach MS Project vorbereitet.



- **PM-Programm-Baustein**

Im PM-Programm werden Abläufe terminiert. Es werden Abhängigkeiten zwischen Vorgängen festgelegt und Ablaufvarianten gebildet. Als Grundlage können mit dem System gelieferte Musterabläufe genutzt werden. Ziel der Variantenbildung ist es, die zeitabhängigen Kosten zu minimieren. Ist anhand des Ablaufes bekannt, wieviel Geräte eines Typs und wieviel Personen einer Qualifizierung in welchen Zeiträumen benötigt werden, kann anhand der vorhandenen Ressourcen der Einsatz optimiert werden.

- **Kostenüberwachungs-Modul**

Das PM-Programm ist ebenfalls für die Projektüberwachung zu verwenden. Der Benutzer gibt den Projektfortschritt ein und überprüft die Abweichungen zwischen Soll- und Istwerten.

Die Kosten werden im Kostenüberwachungs-Modul verfolgt. Dort können, ggf. gegliedert in Kostengruppen, Soll- und Ist-Kosten bezüglich des Fertigstellungsgrades überprüft werden.

Diese Lösung soll 1998 als Prototyp fertiggestellt werden.

Resümee:

Im vorliegenden Beitrag wurden Lösungen zur rechnerunterstützten integrierten Betrachtung von Zeit, Kosten und Leistung bei der Projektsteuerung von Bauobjekten vorgestellt und Probleme diskutiert.

Literatur:

- [1] Richtlinie des DVP zu Leistungsbild und Honorarregelungen für Projektsteuererleistungen
DVP-Informationen 1992 - Eigenverlag, ISBN 3-925734-12-0)
- [2] Motzel, E. - Fortschrittskontrolle bei Investitionsprojekten
Loseblattsammlung "Projekte erfolgreich managen", Verlag TÜV Rheinland, Köln
- [3] Kunt; Weiß: DIN 276 - Kosten im Hochbau
Verlagsgesellschaft Rudolf Müller GmbH Köln jeweils aktuelle Auflage
- [4] Wolff, U.: Beitrag zur Problematik des Einflusses der Bautechnologie auf Bauzeit und Kosten, dargestellt an der Methode der Netzplantechnik
Dissertation A, HAB Weimar, Fak. Bauingenieurwesen 1968

- [5] Seifert, D.: "Untersuchungen zur Kopplung von Softwareprogrammen zur Projektsteuerung"
Diplomarbeit 1995, Fak. Bauingenieurwesen, Hochschule für Architektur und Bauwesen Weimar
- [6] Pitschel, St.: "Rechnergestützte Projektsteuerung im Bauwesen" - Diplomarbeit 1996,
Fak. Informatik und Mathematik, Hochschule für Architektur und Bauwesen Weimar
- [7] Müller, A.; Zörner, V.: "Beitrag zur rechnergestützten Projektsteuerung im Fernwärmeleitungsbau" - Diplomarbeit 1996, Fak. Informatik und Mathematik, Hochschule für Architektur und Bauwesen Weimar
- [8] Wagner, P.: "Beitrag zu einem rechnergestützten Projektsteuerungssystem" - Diplomarbeit 1996, Fak. Bauingenieurwesen, Bauhaus-Universität Weimar
- [9] unveröffentlichter Zwischenbericht (Autoren A. Müller; V. Zörner; A. Trostel; U. Stütz)
Bauhaus-Universität Weimar 1996

Verfasser: Dozent Dr.-Ing. Ulrich Wolff
Bauhaus-Universität Weimar
Fak. Bauingenieurwesen
Professur Informatik im Bauwesen