Eidg. Verkehrs- und Energiewirtschaftsdepartement
Bundesamt für Strassenbau

Forschungsauftrag 13/85
auf Antrag der Vereinigung Schweiz. Strassenfachleute (VSS)

KOSTENGLIEDERUNG IM BAUWESEN

(structure des frais du bâtiment et du génie civil)

TEIL I
Grundlagen, Konzepte und Lösungsvorschläge

von

Hans Knöpfel, Dr. sc. techn.
Herbert Notter, Dipl. Bauing. ETH
Alfred Reist, Dipl. Bauing. ETH
Urs Wiederkehr, Dipl. Bauing.ETH

Institut für Bauplanung und Baubetrieb
Eidgenössische Technische Hochschule Zürich

Schlussbericht

© VSS Zürich, Juli 1990, Januar 1991

VORWORT

Die Ermittlung, Festlegung und Beherrschung der Bauleistungen und -kosten sind für ein nutzen-/kostengünstiges Bauen entscheidend und machen einen bedeutenden Teil der Arbeiten der Ingenieure und Architekten sowie der Bauherren aus. In diesem Bericht wird eine einheitliche **Grundlage** für diese Aufgaben vorgestellt.

Die zweckmässige **Gliederung** der Baukosten ist eine wichtige Grundlage für eine wirksame und effiziente Kostenplanung und -kontrolle. Sie soll

- eine anschauliche, rasche, leistungsbezogene und entscheidungsorientierte Kostenberechnung und -beurteilung mittels geeigneter Darstellungen erlauben
- über die ganze Projektdauer von der Vorstudie bis zur Schlussabrechnung und möglichst auch über verschiedene Projekte zutreffende und vergleichbare Zahlen liefern.

Aufgrund der im Bericht vorgestellten Prinzipien, Methoden und Hilfsmittel lassen sich **Kosten** strukturiert und effizient für verschiedene Ebenen, Projektphasen, Projektbeteiligte und Projektarten erfassen und dann zweckbezogen darstellen.

Der vorliegende Bericht ist das Ergebnis des **Forschungsprojekts** 047/85, das am Institut für Bauplanung und Baubetrieb in den Jahren 1985-88 bearbeitet wurde. Mit der Publikation dieses Schlussberichts wurde noch bis heute zugewartet, weil an anderer Stelle die Elementkostengliederung (CRB) und die Dokumentation 510 des SIA in Bearbeitung waren.

Das Projekt wurde durch das Eidg. Verkehrs- und Energiewirtschaftsdepartement (Bundesamt für Strassenbau) finanziert und durch die VSS-Kommission 275 (Vorsitz F. Fontana) begleitet.

In diesem Bericht (**Teil II**) sind die detaillierten Gliederungen und die Anwendungsbeispiele enthalten. Im ersten Bericht (**Teil I**) sind die Grundlagen, Konzepte und Lösungsvorschläge dargestellt.

Die geleistete Arbeit soll in der Praxis zu einer durchgehenden, effizienten **Kostenbeherrschung**, zu einem grundlegenden Verständnis der Kostenplanung und -kontrolle und zu einer zügigen Verwirklichung und Einführung neuer Arbeitshilfsmittel (Anlagen- und Objekt-Katalog, Baukosten-Kontenplan, NPK Bau 2000, Elementkostenmethode) für Hoch- und Tiefbauten führen. Die bereits bestehenden Arbeitshilfsmittel sind im Bericht gebührend berücksichtigt worden.

Mai 1990

Die Leiter des Forschungsprojektes

Prof. R. Fechtig Dr. H. Knöpfel

INHALTSVERZEICHNIS TEIL I

1.	**Einleitung**	**1**
1.1	Auftrag	1
1.2	Grundlagen und Voraussetzungen	3
1.3	Bestehende Kostengliederungen	7
1.4	Vorgehen	8
1.5	Anwendungsbeispiele	9
1.6	Hoch- und Tiefbau	9
1.7	Hinweise zum Lesen des Berichts	10
2.	**Gesamtkonzept**	**11**
2.1	Anforderungen	11
2.2	Gesetzmässigkeiten	11
2.3	Konzept der Baukostengliederung	13
2.4	Entwicklung und Darstellung von Katalog-Leistungseinheiten	24
3.	**Gliederung von Projekten in Objekte**	**29**
3.1	Zweck	29
3.2	Anlagen- und Objektkatalog	32
3.3	Gliederung praktischer Projekte in Objekte	33
3.4	Katalog-Leistungseinheiten	37
3.5	Weitere Aspekte	38
4.	**Baukosten-Kontenplan**	**39**
4.1	Zweck	39
4.2	Genereller Aufbau	41
4.3	Praktische Zuordnung von Kosten zu den Konten	46
4.4	Katalog-Leistungseinheiten	48
4.5	Weitere Aspekte	48
5.	**Elementgliederung**	**50**
5.1	Zweck	50
5.2	Genereller Aufbau	54
5.3	Ueberprüfung anhand von Beispielen	57
5.4	Katalog-Leistungseinheiten	58
5.5	Weitere Aspekte	60
6.	**Konzept NPK Bau 2000**	**61**
6.1	Zweck	61
6.2	Genereller Aufbau	61
6.3	Einige praktische Aspekte der Ausführung	63
6.4	Katalog-Leistungseinheiten	63
6.5	Weitere Aspekte	65
7.	**Anwendung**	**67**
7.1	Konzept Kostenüberwachung	67
7.2	Erfahrungen aus den Praxistests	76
7.3	Beurteilungen und Empfehlungen	77
8.	**Literatur**	**79**

INHALTSVERZEICHNIS TEIL II

A Anlagen- und Objektkatalog

A1 Anlagen- und Objektkatalog (AOK), Basisversion '90
A2 Verzeichnis der Anlagearten der SBB (Stand 1.1.90)
A3 Zuordnung von Objekten zu vier Bereichen

B Teilsystemgliederung, Baukosten-Kontenplan

B1 Baukosten-Kontenplan (BK), Basisversion '90
B2 Baukosten-Kontenplan '90, Auszug Übergangsobjekt "Allgemeines"
B3 Baukosten-Kontenplan '90, Auszug Hochbauten
B4 Baukosten-Kontenplan '90, Auszug Trassebauten
B5 Baukosten-Kontenplan '90, Auszug Kunstbauten
B6 Baukosten-Kontenplan '90, Auszug Untertagbauten
B7 Einordnung des Rahmenkontenplans für den Nationalstrassenbau in den Baukosten-Kontenplan, Basisversion '90

C Elementgliederung

C1 Elementkatalog für den Tiefbau, Basisversion '90
C2 Beispiele für die Aufteilung in Elemente
C3 Elementkostengliederung (EKG), Entwurfsversion April 1990

D Normpositionen-Katalog

D1 Kapitelgliederung NPK Bau 2000, Stand Januar 1990

E Verknüpfungen zum Baukosten-Kontenplan

E1 Verknüpfung Baukosten-Kontenplan (Basisversion '90) - EKG
E2 Verknüpfung Baukosten-Kontenplan (Basisversion '90) - NPK Bau 2000

F Anwendungsbeispiele

F1 Engadinerstrasse, Umfahrung Strada, Auflageprojekt Mai 1987
F2 N8 Spiez - Brünig, Chüebalmtunnel
F3 N3 Basel - Zürich, Überquerung des Aaretals bei Schinznach-Bad
F4 Kantonsstrasse Wolfenschiessen - Oberrickenbach NW, Neuanlage Zelgli - Schüpfen, Baulos Nord
F5 Gesamtmelioration Otelfingen-Boppelsen, Entwässerung Areal SGG

ABKUERZUNGSVERZEICHNIS

AOK	Anlagen- und Objektkatalog
ASB	Bundesamt für Strassenbau
BDS	Baudatensystematik
BK	Baukosten-Kontenplan
BKA	Baukostenanalyse
BKP	Baukostenplan
BRD/SfB	Klassifikation und Codierung im Bauwesen
CADD	Computer Aided Design and Drafting
CRB	Schweizerische Zentralstelle für Baurationalisierung
DIN	Deutsche Industrie-Norm
EDV	Elektronische Datenverarbeitung
EKG	Elementkostengliederung
ETH	Eidgenössische Technische Hochschule
GKG	Gemeinsame Kostengliederung
IBETH	Institut für Bauplanung und Baubetrieb der ETH Zürich
KV	Kostenvoranschlag
LHO	Leistungs- und Honorarordnung des SIA
NPK	Normpositionen-Katalog
SBB	Schweizerische Bundesbahnen
SBV	Schweizerischer Baumeisterverband
SIA	Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
VSS	Vereinigung Schweizerischer Strassenfachleute

VERZEICHNIS DER ABBILDUNGEN

Bild	Titel	Seite
1	Entwicklung Arbeitshilfsmittel Kostenplanung und -kontrolle	2
2	Projektablauf mit Phasen und Teilleistungen	3
3	Drei wichtige Projektbeteiligte und ihre Wirtschaftlichkeits- und Finanzierungsrechnung	4
4	Grundlegende Strukturelemente eines Projektkosteninformationssystems und seiner Umgebung	6
5	Konstante Einheitspreise im Anwendungsbereich	11
6	Hierarchische Kostengliederung	12
7	Beispiel stufenweise Detaillierung	14
8	Beispiel für die Verknüpfung zweier Hierarchien der Kostendarstellung	15
9	Projektspezifische Summation und Verwendung von Durchschnittswerten	18
10	Transfer von Katalog-Leistungseinheiten	19
11	Rolle der Mengenberechnung bei der Leistungs- und Kostenermittlung	20
12	Im Detaillierungsgrad gestaffelte Kostenberechnung	21
13	Beispiel zur im Detaillierungsgrad gestaffelten Kostenermittlung	22
14	Hierarchische Begriffe und ihre Uebersetzungen und approximativen Synonyme	23
15	Darstellung der Katalog-Leistungseinheiten	25
16	Beispiel einfache Katalog-Leistungseinheit	25
17	Arten der Beschreibung der Hauptleistungen	26
18	Beispiel kombinierte Katalog-Leistungseinheit (CRB)	27
19	Umfahrung Grüsch, Situationsplan	29
19	Umfahrung Grüsch, Gliederung in Objekte, mit Abgrenzungen	30
20	Varianten für die Einordnung kleiner Objekte	35
21	Kostengliederung auf Objektebene	36
22	Schema für die Anlagen-Numerierung	36

23	Verteilung der Kostenanteile des Zürcher Indexes für Wohnbaukosten auf die Hauptgruppen	39
24	Beispiele für Teilsysteme und Elemente auf zwei Ebenen	41
25	Kostengliederung auf Teilsystem-Ebene	42
26	Zusammenhang der Gliederungen	44
27	Alternativen für Kostenberechnung	45
28	Benützung existierender Systeme	50
29	Verwendung der Arbeitsmittel	52
30	Alternativen für das Ausschreiben	55
31	Komplexität Aufbau Katalog-Elemente	59
32	Vergleich Positionsaufbau	64
33	Varianten für Mengenauszüge	65
34	Wichtigste Projektkosten-Information	67
35	Uebersicht Kostenbeherrschung im Projektablauf	68
36	Instrumente Kostenbeherrschung	69
37	Etappenweise Steuerung	74
38	Kostenkontrolle	75

ZUSAMMENFASSUNG

Die Ermittlung, Festlegung und Beherrschung der **Leistungen** und **Kosten** von Projekten

- hat einen entscheidenden Einfluss auf ein nutzen-/kostengünstiges Bauen
- macht einen bedeutenden Teil der Leistungen der Ingenieure und Architekten sowie des Bauherrn aus.

Die wichtigsten **Anforderungen** an eine **Kostenbeherrschung** im Projektablauf können wie folgt zusammengefasst werden:

- Kosten jederzeit in jeder Projektphase zutreffend, übersichtlich und zielgerichtet darstellen.
- Durchgängigkeit als Voraussetzung für die Steuerung vom Anfang des Projekts bis zum Ende gewährleisten.
- Bedürfnisse verschiedener Projektbeteiligter sind auf wirtschaftliche Weise zu erfüllen.
- Die verschiedenen Arbeitshilfsmittel sind aufeinander abzustimmen, um eine einfache und fehlerfreie Arbeit zu ermöglichen.
- Kostenüberwachung ist grundsätzlich sowohl mit EDV als auch mit herkömmlichen Mitteln realisierbar.

In diesem Bericht sind nicht nur und nicht vor allem daten- und kommunikationstechnische Probleme zu lösen. Im Vordergrund stehen vorerst die **semantischen** und **führungstechnischen** Aspekte der Kostenplanung und -kontrolle. Die entsprechenden Lösungen sollen jedoch die effizienten daten- und kommunikationstechnischen Möglichkeiten nutzen können.

Als wichtigste **Grundlage** für ein gemeinsames System von entsprechenden Arbeitshilfsmitteln werden betrachtet:

- Denken in Systemen als Grundlage für technische Voraussetzungen, Leistungsbeschreibungen und Führungsmethodik
- Gliederung der Projekte in Objekte
- Verwendung des Baukosten-Kontenplans als Rahmen für die Kostendarstellungen und -vergleiche
- Benützung des Konzepts NPK Bau 2000 für Leistungsbeschreibungen mit Positionen, ähnliche Leistungsbeschreibungen auf allen Ebenen
- Beachten der vorhandenen Grundlagen des Projektmanagements, der System- und Kommunikationslehre, der Informatik und der Betriebswirtschaftslehre.

Im Sinne der effizienten Erfahrungsbildung und Bearbeitung werden folgende **Daten** unterschieden

- vollständiger Satz von Projektdaten
- Standard- und Erfahrungsdaten in Form von Katalog-Leistungseinheiten.

Die Standard- und Erfahrungsdaten sind auf die jeweiligen Projekte anzupassen.

Im vorliegenden Bericht werden folgende **Ergebnisse** vorgestellt:

1. Durchgehendes hierarchisches **System** für die **Leistungsbeschreibungen und die Kostenplanung und -kontrolle** über die Ebenen

   . Objekte
   . Teilsysteme
   . Elemente
   . Positionen
   . Einsatzmittel,

   das erlaubt, vom Groben zum Detail und zurück zum Groben zu gehen und die gleichen Ueberlegungen, Methoden und Hilfsmittel auf allen Ebenen und somit auch für eine variable Gliederungstiefe anzuwenden. Verwendung weiterer Hierarchien, die mit dem System verknüpft werden können.

2. Dreistelliger **Baukosten-Kontenplan** für die Darstellung der Kosten beliebiger Objekte aus dem Hoch- und Tiefbau auf drei Ebenen

   - Kostenhauptgruppen
   - Kostengruppen
   - Kostenuntergruppen,

   wobei sich die Kostengliederung an Teilsystemen und Elementen orientiert und sich somit direkt für die fachbezogene Kostenplanung und -kontrolle eignet.

3. Auf physischen Teilen basierende **Elementmethode**, die anschaulich sowie projektierungs- und ausführungstauglich ist, mit

   . Elementen
   . Berechnungselementen, die aus Positionen zusammengesetzt sind,

   die auf möglichst einfache und gut definierte Weise mit dem Baukosten-Kontenplan verknüpft sind.

4. Bestätigung des Konzepts **NPK Bau 2000** und seiner grossen Bedeutung für die schweizerische Bauwirtschaft mit möglichst einfacher und gut definierter Verknüpfung von

   - Kapiteln
   - bzw. Abschnitten

   zum Baukosten-Kontenplan.

5. Konzept für die **Kostenbeherrschung**

   - über alle Phasen des Projektablaufs

   - für alle Projektbeteiligten im Datenverbund

   und entsprechende, mit oder ohne EDV-Unterstützung einsetzbare Methoden und Arbeitshilfsmittel.

RESUME

L'étude, la détermination et le contrôle des prestations et des frais des projets

- sont d'une influence cruciale pour obtenir des constructions économiques et utiles
- sont une partie considérable des prestations des ingénieurs, des architectes, et des maîtres des ouvrages.

Les exigences les plus importantes à la gestion des frais pendant la durée totale d'un projet peuvent être résumées comme suit:

- présentation des frais exactes en tout temps, dans chaque phase du projet, de manière claire et précise
- généralité des méthodes et outils pour que la maîtrise des frais soit garantie du commencement à la fin du projet
- satisfaction économique des besoins des parties différentes du projet
- coordination des outils du travail des ingénieurs et architectes permettant un travail simple et sans fautes
- la surveillance des frais peut être réalisée avec de l'informatique ou des méthodes conventionelles.

Dans ce rapport, on ne veut pas seulement, et pas avant tout résoudre les problèmes techniques des données et de la communication de données. Les aspects sémantiques et de la gestion des frais sont mis au premier plan. Mais les solutions doivent profiter des possibilités techniques modernes du handling et de la communication des données.

Les composantes les plus importantes suivantes sont considérées comme base d'un système général des outils de travail pour les ingénieurs et architectes:

- réflexion en systèmes pour définir les bases techniques, les prestations et la méthode de gestion
- répartition des projets en objets (ouvrages)
- application du plan comptable des frais de construction comme structure pour présenter et comparer des frais
- utilisation de la conception CAN Construction 2000 pour décrire les prestations avec des articles, et définition des prestations similaires sur les autres niveaux
- prise en compte des éléments fondamentaux du management des projets, de la théorie des systèmes et de la communication, de l'informatique et de l'économie d'entreprise.

La différence conceptuelle suivante entre

- ensemble des données du projet
- les unités de prestation sous catalogue représentant des unités normalisées ou réalisées

permet de travailler et d'acquérir des expériences avec un minimum d'effort. Il y a lieu d'adapter les données de base normalisées et celles de projets courants ou réalisés aux conditions relevantes.

Ce rapport présente les résultats suivants:

1. Un **système général** pour définir les prestations et pour étudier, optimiser, et contrôler **les frais des constructions** est établi aux niveau des

   - objets (ouvrages)
   - sous-systèmes
   - éléments
   - articles
   - ressources.

   Ce système permet d'aller de l'étude et estimation sommaires à l'étude et estimation détaillées et inversément et d'appliquer les mêmes réflections, méthodes et outils à tous les niveaux et, en conséquence, d'utiliser une structure avec une profondeur de structuration variable. D'autres hiérarchies peuvent être introduites et liées au système défini ci-dessus.

2. Un **plan comptable des frais de construction** à trois chiffres pour présenter les frais de construction de tous objets (ouvrages) du bâtiment et du génie civil selon trois subdivisions

   - groupe principal de frais
   - groupe de frais
   - sous-groupe de frais,

   dont la structure s'oriente aux sous-systèmes et aux éléments et s'adapte donc directement à la gestion professionelle des frais.

3. Une **méthode par éléments** se basant sur des parties physiques de la construction, qui donc se prête aussi bien aux études qu'à l'éxécution des travaux et qui consiste en

   - éléments
   - éléments calculés qui se composent d'articles normalisés

   liés d'une manière simple et bien définie au plan comptable des frais de construction.

4. Une confirmation de la conception **CAN Construction 2000** et de son importance pour l'économie suisse de la construction avec une correspondance aussi simple et claire que possible

   - des chapitres
   - ou des sections

   du CAN avec le plan comptable des frais de construction.

5. Une conception pour **la gestion des frais des constructions**

   - pendant toutes les phases du projet
   - pour toutes les parties intervenant au projet et la communication de données

   et des méthodes et outils de travail correspondants qui peuvent être appliqués avec ou sans les moyens de l'informatique.

1. EINLEITUNG

1.1 Auftrag

Ausgangslage

Die Ermittlung, Festlegung und Beherrschung der **Bauleistungen** und der **Baukosten** sind Aufgaben bei der Definition und Abwicklung von Bauvorhaben, die

- einen entscheidenden Einfluss auf ein nutzen-/kostengünstiges Bauen haben
- einen bedeutenden Anteil der Leistungen der Ingenieure und Architekten sowie des Bauherrn ausmachen.

Um Bauvorhaben bearbeiten zu können, müssen sie in überschaubare, erarbeitbare und entscheidungsorientierte Teile zerlegt werden.

Mehrere neuere **Entwicklungen** haben dazu geführt, dass die bis heute in der Regel verwendeten Kostengliederungen (z.B. Nationalstrassen-Kontenplan, NPK-Gliederung VSS/SIA) den heutigen und zukünftigen Anforderungen nicht mehr genügen.

a. Der traditionelle Strassenbau (Trassebau) wird immer mehr durch die Erstellung und Erhaltung von **Gesamtanlagen** für den Individualverkehr mit verschiedenartigsten Objekten und Bauteilen und einer komplexen Interaktion mit der Umgebung abgelöst. Hoch- und Tiefbauten wachsen in urbanen Gebieten immer mehr zusammen. Diesem Trend entsprechend werden mit dem Treibstoffzoll z.B. auch Lärmschutz- und Parkierungsmassnahmen unterstützt. Dieselbe Tendenz gilt auch für den Bahnbau.

b. Der Bau des Nationalstrassennetzes ist zwar noch nicht abgeschlossen, aber bereits heute ist eine Gewichtsverschiebung zugunsten des **Unterhalts** der Nationalstrassen und der **Erneuerung** des Hauptstrassennetzes festzustellen. Dementsprechend werden die Finanzmittel in den nächsten 10 - 20 Jahren eingesetzt werden. In diesen Jahren sollen im Bahnbau sehr bedeutende Mittel investiert werden.

c. Die neuen Möglichkeiten der **EDV** erlauben eine billigere und bessere Kostenermittlung und -beherrschung und einen einfacheren und rascheren Informationsfluss zwischen den Projektbeteiligten. Allerdings sind diese Möglichkeiten nur optimal realisierbar, wenn eine gemeinsame Sprachregelung auf dem Baukostensektor, einheitliche Verfahren der Kostenermittlung und auf dem Markt entsprechende Computerprogramme vorhanden sind.

d. Die Fachorganisationen CRB/VSS/SIA sind zur Ueberzeugung gelangt, dass eine genügende **Baurationalisierung** heute gemeinsame Systeme für die Leistungsbeschreibung (NPK) und Kostenzusammenstellungen (BKP/BKA) sowie für die Unternehmerkalkulation für die Gesamtanlagen des Hoch- und Tiefbaus verlangt. Die verschiedenen Hilfsmittel für die Beschreibung der Leistungen und die Planung und Kontrolle der Kosten sind konzeptionell zu überlegen und besser aufeinander abzustimmen. In den achtziger Jahren wurden, unter anderem im Zusammenhang mit diesem Forschungsvorhaben, bedeutende Anstrengungen in dieser Richtung unternommen und sichtbare Ergebnisse erzielt *(Bild 1)*.

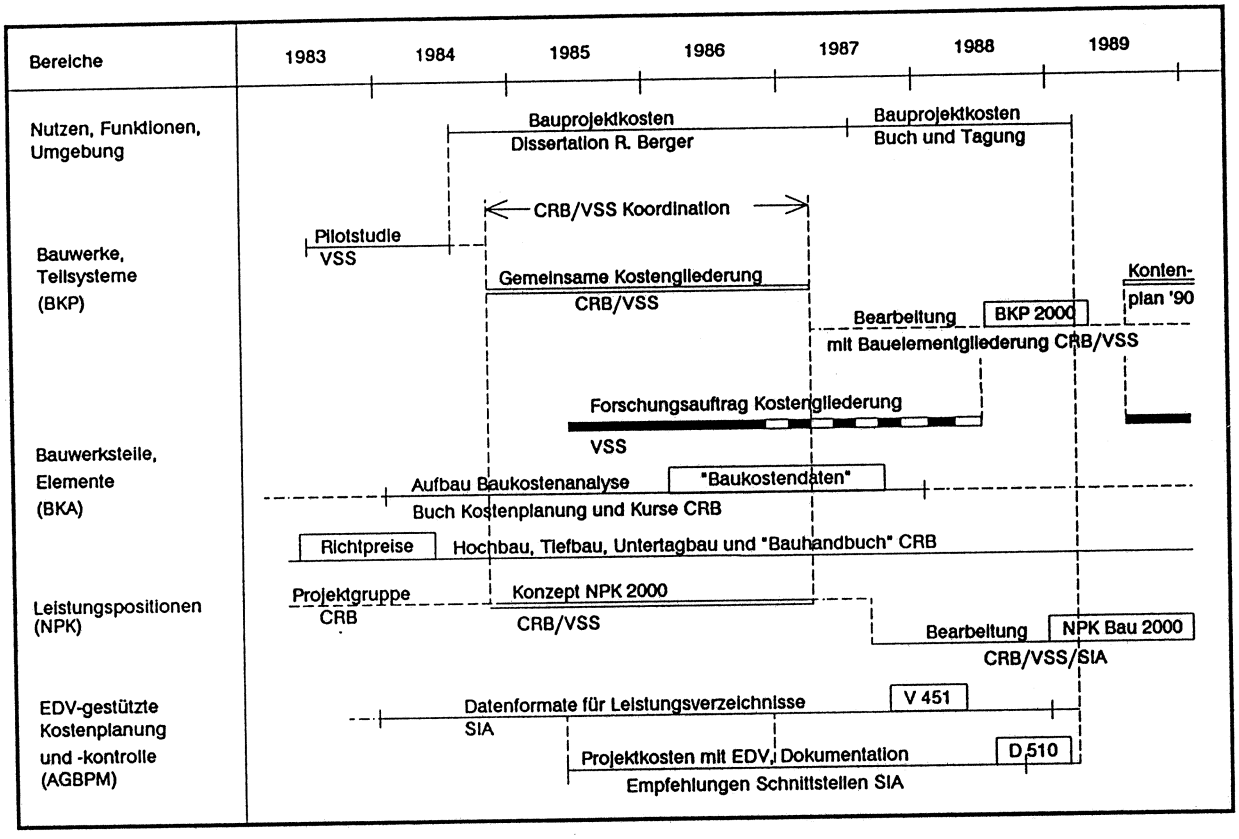


Bild 1: Entwicklung Arbeitshilfsmittel Kostenplanung und -kontrolle

Allgemeine Ziele

Mit diesem Forschungsauftrag will die VSS

- aktiv an der **Gestaltung** einer gemeinsamen Gliederung der Leistungen und Kosten für Hoch- und Tiefbauten mitwirken
- die **Konsequenzen** eines solchen Systems für die Arbeiten im eigenen Fachgebiet frühzeitig erkennen.

Wie für jedes Sachgebiet sind auch für die Kostenplanung und -kontrolle einfache, klare und tragfähige Grundlagen von zentraler Bedeutung.

Aufgaben

Das Schwergewicht des Forschungsvorhabens soll bei einer **Element- und Arbeitsgattungsgliederung** mit ihrer Verbindung für den Tiefbau liegen.

Die Kostengliederung soll

- eine geordnete und vergleichbare Kostenzuordnung über den ganzen Projektablauf gewährleisten
- für alle Arten von Objekten angewendet werden können
- auf Kostenermittlung und -beurteilung, aber auch auf Kostenbeherrschung ausgerichtet sein, sowohl im Groben als auch im Detail
- auf klaren Kosteneinflussgrössen aufgebaut und als Checkliste geeignet sein
- die mit anderen Kostengliederungen gemachten praktischen Erfahrungen berücksichtigen

- einen rationellen EDV-Einsatz gewährleisten, aber auch von Hand verwendbar sein
- betriebswirtschaftliche Ueberlegungen berücksichtigen.

Kostengliederungen sollen zu möglichst **klaren und gezielt und effizient verwendbaren Kostenzusammenstellungen** für verschiedene Detaillierungsgrade, Projektbeteiligte, Projektphasen *(Bild 2)* und Objektarten führen.

Phasen und Teilleistungen D 510		LHO 102 Architekt	LHO 103 Bau-Ing. (Gesamtleiter)	LHO 103 Bau-Ing. (Spezialist)	LHO 108 Masch.-Ing., El.-Ing., Fach-Ing.	SN 640 003 Strassen-Fachleute
0	Grundlagenermittlung Vorstudien	Problemanalyse Studium von Lösungsmöglichkeiten	Vorbereitung Planungsstudie	Vorstudie	Vorstudie	Grundlagenbeschaffung Ueberprüfung d. Ziele 1. Festlegung d. Str'typs Varianten (Erarb., Vergl., ...)
1	Vorprojekt Grobschätzung der Baukosten	Vorprojekt Grobschätzung der Baukosten u. Termine	Vorprojekt	Vorprojekt	Vorprojekt Schätzung der Kosten und Termine	wtr. Untersuch. d. Varianten def. Festleg. d. Str'typs Variantenvergleich Ausarbeiten d. Bestvariante
2A	Bauprojekt Schätzung der Baukosten Baubewilligungsprojekt	Bauprojekt Schätz. d.Baukost. u.Term. Baubewilligungsverfahren	Bauprojekt	Bauprojekt	Bauprojekt Kostenvoranschlag Bewilligungsverfahren	Projektierung Festlegung Normalprofil, Dimensionierung Oberbau Kostenvoranschlag, evtl. Ermittlung Betr'kosten
2B	Detailstudien Kostenvoranschlag	Detailstudien Kostenvoranschlag				
3	Prov. Ausführungspläne Ausschreibungsunterlagen Angebotsprüfung,Verg'antr. Terminplan Ausführung	Prov. Ausführungspläne Ausschreibungen Ana. d.Angebote,Verg'antr. Terminplan	Ausschreibung und Offertvergleich	Ausschreibung und Offertvergleich	Ausschreibungspläne Ausschreibungen Offertanalyse u. Verg'antr. Terminplan	Bereinigung des Bauprojektes Ausführungspläne, Ergänz., Detaillierungen Angebotsunterlagen
4	Werkvertrag Ausf'pläne, künstl. Leitung Bauleitung Abnahme	Unt.- u. Lieferantenverträge Def. Ausführungspläne Gestalterische Leitung Bauleitung	Ausführungsprojekt Oberbauleitung Oertl. Bauleitung	Ausführungsprojekt Ktrl. d. Bauausführung Beihilfe b. d. Abrechnung	Unt.- u. Lieferantenverträge Ausführungsunterlagen Fachbauleitung bzw.Baulig.	
5	Inbetr'stzg, Kontr. Gar'arb. Schluss-Dokumentation Schlussabrechnung	Schlussabrechnung Dok. über das Bauwerk Ltg. der Garantiearbeiten	Dokumentation über das Bauwerk Ueberw. d.Garantiearbeiten, Durchf. d. Schlussprüfung		Schlussabrechnung Rev. Ausf.- u. Betr.-Unterl. Garantiearbeiten	Abschlussakten
6						

Bild 2: Projektablauf mit Phasen und Teilleistungen

1.2 Grundlagen und Voraussetzungen

Die Kostengliederung soll als Rahmenkontenplan für Neubau-, Umbau-, Erneuerungs- und Ausbauinvestitionen in bauliche Anlagen **aller Art** gelten. Sämtliche Kostenarten und alle beteiligten Branchen sollen dabei erfasst werden. Es ist jedoch zu gewährleisten, dass die Kostengliederung eine bereichsweise Kostenplanung und -kontrolle und eine entsprechende Zuteilung der Verantwortlichkeit erleichtert. Mit Blick auf die Kosten der Arbeitshilfsmittel, der Kostenadministration und der Aus- und Weiterbildung sowie die Kosten der EDV-Programme und ihrer Verwendung und Wartung kann es sich die **Schweizerische Bauwirtschaft** kaum leisten, verschiedene Systeme für die Gliederung von Leistungen und Kosten in mehreren Sprachen zu benützen. Beim Bauen im Ausland wird man sich oft den lokalen bzw. vom Bauherrn vorgeschriebenen Kostengliederungen unterziehen müssen. Allerdings zeigt sich auch international wenigstens in den Grundprinzipien eine zunehmende Angleichung. Auf der anderen Seite sind eine gewisse Flexibilität im praktischen Einsatz und Spielraum für Weiterentwicklungen unabdingbar. Kostenplanung und -kontrolle ist nicht Selbstzweck, sondern ist in die Gesamtprojekt-Ziele und volkswirtschaftlichen Ziele einzuordnen (10).

Die Grundlagen der **Betriebswirtschaftslehre** (bzw. Mikroökonomie) sollen möglichst zur Anwendung gelangen. Im wesentlichen wird die Kostenplanung und -kontrolle bezüglich baulichen Anlagen

in drei Wirtschaftsbereichen von wichtigen Projektbeteiligten mit unterschiedlichen Betriebszielen verwendet:

- beim Benützer ist die Wirtschaftlichkeit und Finanzierung der baulichen Anlage im Betriebszustand massgebend
- der Bauherr bzw. die Gesamtprojektleitung führt eine Projektkostenrechnung und zielt eine Anlage an, die im Verhältnis zu den Kosten möglichst viel wert und finanzierbar ist
- der Projektierende bzw. der ausführende Unternehmer führt eine Finanzbuchhaltung und Kostenrechnung, die über den wirtschaftlichen Erfolg und die Finanzierung der Auftragstätigkeit Auskunft geben.

Diese Bereiche der Kostenplanung und -kontrolle und der Wirtschaftlichkeits- und Finanzierungsrechnungen sind im *Bild 3* dargestellt. Für die im vorliegenden Bericht zu untersuchende Kostengliederung ist vor allem der zweite Bereich massgebend (1). Gerade hier ist jedoch das übliche Instrumentarium der betriebswirtschaftlichen Kostenrechnung (mit Kostenarten, Kostenstellen, Kostenträger, Sollkosten, Plankosten, fixen und variablen Kosten, Deckungsbeiträgen etc.) bis heute kaum verwendbar. Dies unter anderem deshalb, weil es sich hier um eine **Projektkostenrechnung** handelt, während das betriebswirtschaftliche Instrumentarium für laufend produzierende Betriebe (und in der Regel für Massengüter) zugeschnitten ist.

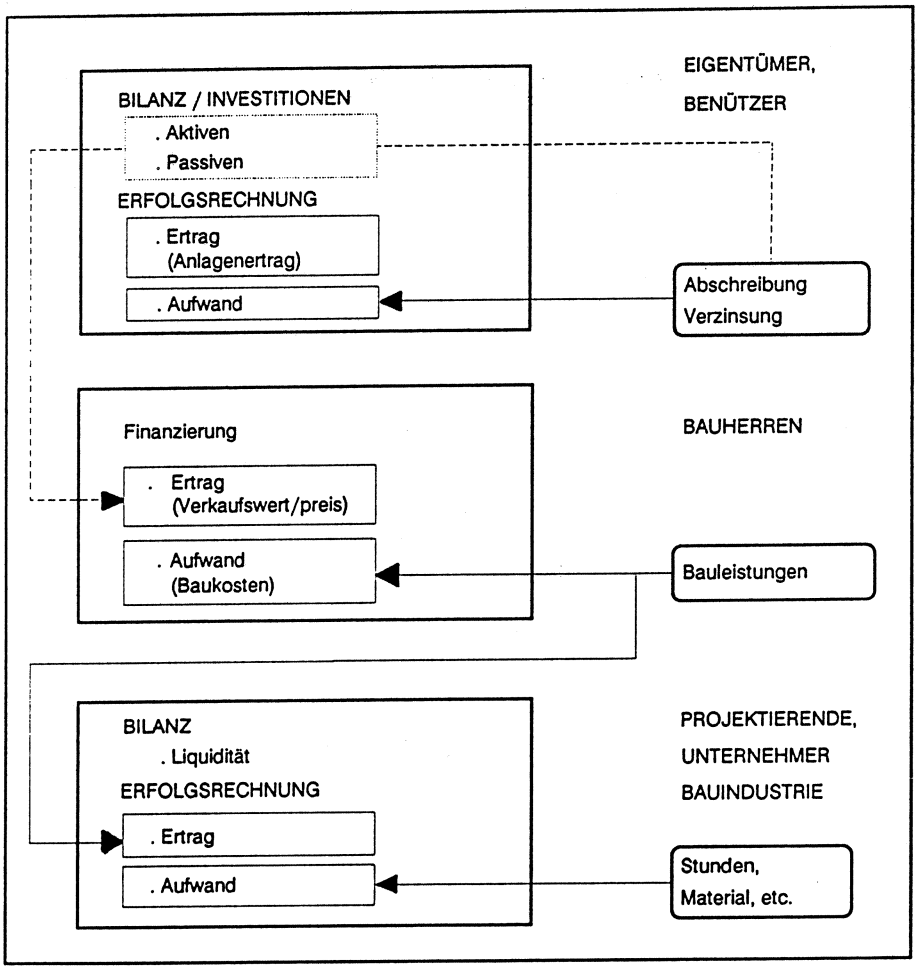


Bild 3: Drei wichtige Projektbeteiligte und ihre Wirtschaftlichkeits- und Finanzierungsrechnung

Aus volkswirtschaftlicher Sicht verändern neue oder geänderte baulichen Anlagen das Potential unserer **Anlagen und Netze** für die Produktion, Versorgung und Freizeit. In diesem Bericht wird vorausgesetzt, dass die Kostengliederung von Bauvorhaben (Projekten) zu behandeln ist. Ein solches **Projekt** ist z.B. ein Strassenabschnitt, der im Rahmen eines Strassennetzes auf einer bestimmten Strecke zu erstellen ist.

Die Kostengliederung soll auf der **Systemtheorie** aufgebaut werden. Bei der Planung, Erstellung bzw. Beschaffung und Nutzung baulicher Anlagen lassen sich zahlreiche Systeme identifizieren, z.B.

- die bauliche Anlage selbst
- die Projektorganisation, welche die Anlage plant und erstellt
- die Betriebsorganisation, welche die Anlage nutzt
- die Dokumentation, welche die Anlage darstellt.

Diese Systeme sind dadurch charakterisiert dadurch, dass sie

- ein ziel- bzw. zweckgerichtetes Verhalten aufweisen
- in Teilsysteme und Komponenten aufteilbar sind, die bestimmte Eigenschaften (z.B. organisatorische Zuordnungen, Termine, Qualität, Kosten) aufweisen und über diese miteinander verbunden sind.

In der Realität sind für die Kostengliederung eine ganze Reihe **unterschiedlicher Aspekte** zu berücksichtigen (Unterteilung der Kosten nach physischen Elementen, örtlichen Bereichen, Finanzierung, Projektbeteiligten, Bearbeitungsstufe etc.). Wollte man alle Kostendaten nach allen Aspekten beliebig erfassen und sortieren können, würde eine n-dimensionale Matrix entstehen, die

- mit einem hohen Erfassungs- und Nachführungsaufwand verbunden wäre
- eine jederzeitige und rasche Kostenbeherrschung nicht gewährleisten könnte.

Als Alternative bieten sich die Modularisierung und hierarchische Ordnung der zu beherrschenden Kostenwerte an. Diese Struktur entspricht wiederum einer übersichtlichen und kontrollierbaren Systemgliederung und Führungsstruktur.

Die Kosten sollen nicht nur erfasst und dargestellt, sondern auch geplant und gesteuert werden. Für die Leitung von Neubau-, Umbau-, Erneuerungs- und Ausbauvorhaben soll die Methodik des **Projektmanagements** (2) angewandt werden.

- Ein Bauvorhaben ist in diesem Sinne ein Projekt, d.h. eine zeitlich und leistungsmässig abgegrenzte Bauaufgabe. Dabei dient die physische Gliederung der **baulichen Anlage** als Basis.
- Die Veränderungen des Anlagezustandes (z.B. ihre Projektierung oder Erstellung) sind, zusammen mit den nötigen Begleitvorgängen, die **Leistungen** bzw. Vorgänge, die im **Projektablauf** und in Terminplänen dargestellt werden (6).
- Diese von den **Projektbeteiligten** erbrachten Leistungen bzw. die dabei verbrauchten Güter stellen wertmässig nichts anderes als die **Projektkosten** dar.
- Die innerhalb der **Projektorganisation** wirkenden Beteiligten haben sich im Sinne des Gesamtprojekts **ziel- und zweckgerichtet** verhalten, wenn die bauliche Anlage am Schluss ein optimales Nutzen-/Kosten-Verhältnis aufweist.

Es darf vorausgesetzt werden, dass für jedes Projekt ein mehr oder weniger formelles Informations- und **Kommunikationssystem** aufgebaut wird. Im *Bild 4* sind grundlegende Strukturelemente eines Projektkosten-Informationssystems und seiner Umgebung dargestellt. Es sind die für die Leistungserbringung der Projektbeteiligten erforderlichen Informationen, welche die Anforderungen an das Informationssystem bestimmen.

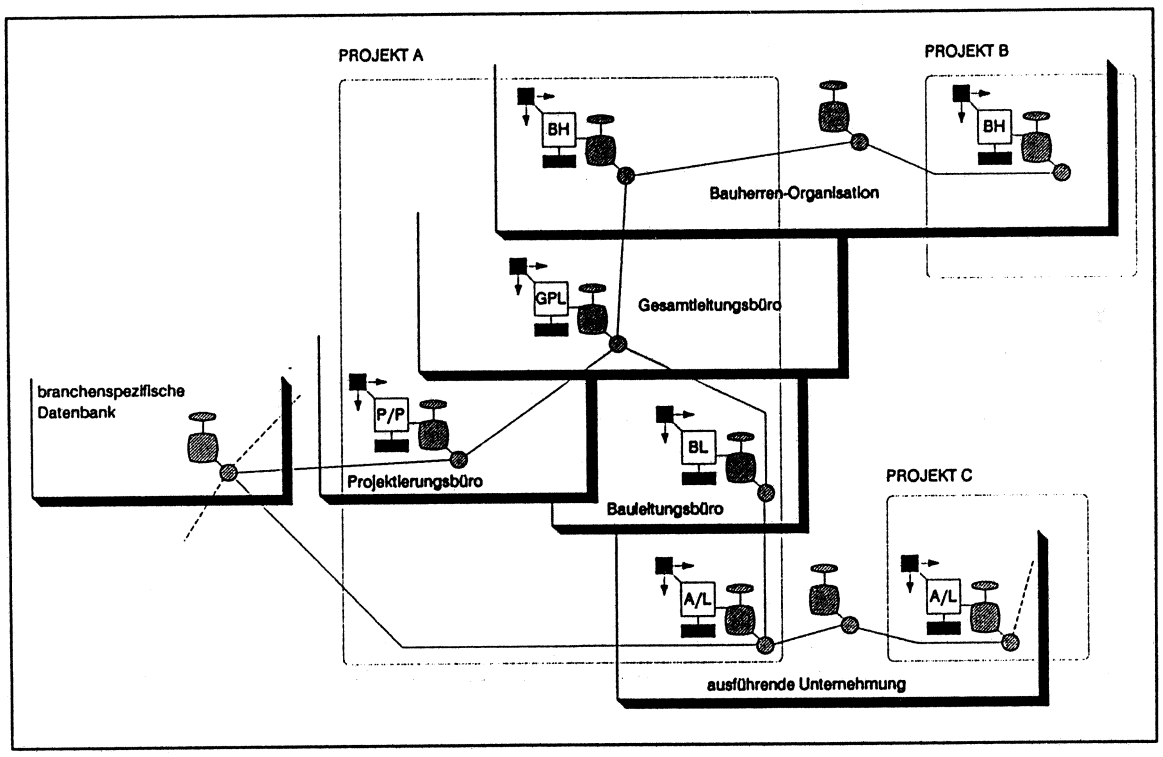
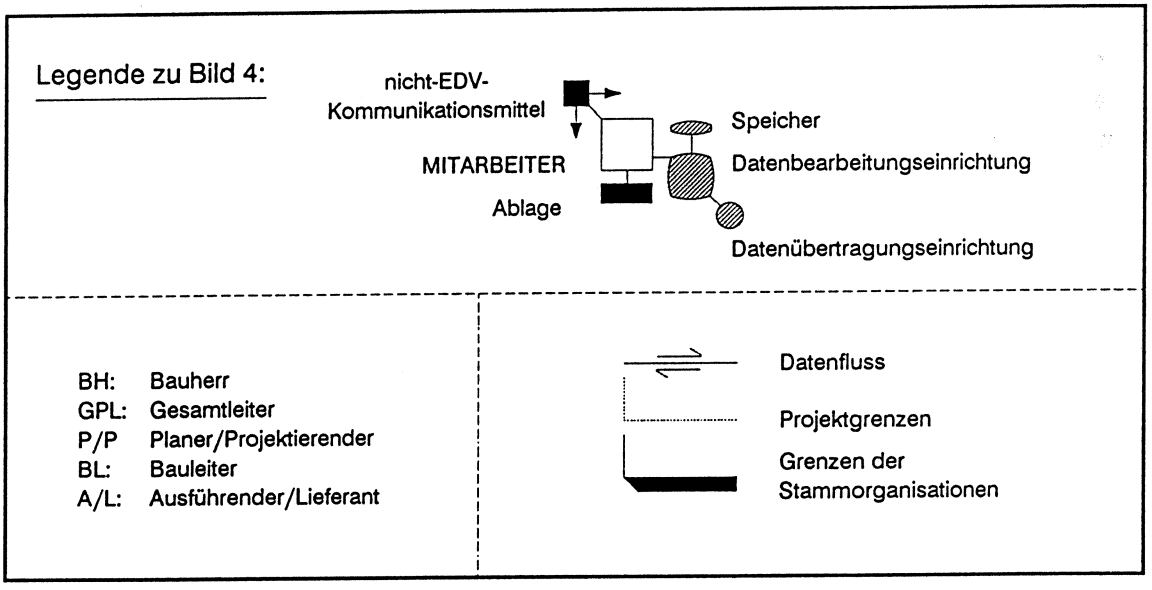


Bild 4: Grundlegende Strukturelemente eines Projektkosteninformationssystems und seiner Umgebung



Die Informationen über die Leistungen und ihre Kosten (z.B. geplante Kosten, Normpositionen-Kataloge, Rechnungen) können entweder einer projektspezifischen Datenablage (geplante Kosten) oder einer mit den Projektdaten verbundenen allgemeinen Datenbank (NPK) entnommen werden, oder sie werden von anderen Stellen zugesandt (Rechnungen) bzw. verlangt. Normalerweise wird in der Zukunft vorausgesetzt werden können, dass ein Teil der Kommunikation mit modernen Informatikmitteln erfolgt, d.h. dass die Speicherung, Darstellung, Veränderung und Uebertragung der Kostendaten EDV-gestützt ist. Damit wird eine viel raschere und umfangreichere Informationsspeicherung, -darstellung und -übertragung möglich.

Bei der Definition der Begriffe soll eine möglichst einfache, verkürzte Form gewählt werden. Werden die Begriffe nur im Zusammenhang mit der Kostengliederung im Bauwesen benützt, so können präzisierende Wortteile entfallen (z.B. Objekt statt Bauobjekt, Menge statt Leistungsmenge, Teilsystem statt Objekt-Teilsystem, Kontenplan '90 statt Baukosten-Kontenplan '90).

Mit den heute **bestehenden Kostengliederungen** sind in der Praxis umfangreiche Kenntnisse und Erfahrungen verknüpft. Beispielsweise sind Leistungsverzeichnisse mit Kenntnissen und Gewohnheiten bezüglich Qualität und Ausführungsverfahren verbunden, Kostengliederungen mit Erfahrungen bezüglich normalerweise zu beachtenden Kostenkomponenten und Kostenkennzahlen. Umstellungen brauchen Zeit und Geld und können bei ungenügender Vorbereitung zu Missverständnissen führen. Diese Schwierigkeiten treten jedoch bei jeder Innovation auf, und Normen sollen Neuerungen, die etwas bringen, nicht verhindern, sondern sie sollen gerade mit dem Gedanken aufgestellt werden, dass sie später bereichsweise wieder **geändert** werden können. Sonst erstarrt die Bauwirtschaft. Sie kann nicht mehr wirtschaftlich arbeiten. Neue Kostengliederungen und neue Leistungsbeschreibungen sollten also etwas Normales sein. Echte Fachleute beherrschen Neuerungen nicht nur, sondern sie suchen sie, um einen Wettbewerbsvorteil zu gewinnen. Ingenieure und Architekten aus der Praxis sind in der Regel recht umstellungsgewohnt. Im übrigen veralten Kostendaten rasch und sind ohnehin nicht unbedingt auf neue Projekte übertragbar. Wichtig ist jedoch, dass jeweils eine klare Vorstellung erarbeitet wird, wie der **Uebergang** von der bestehenden zur neuen Lösung vor sich gehen soll.

1.3 Bestehende Kostengliederungen

Die bestehenden Gliederungen wurden bereits in der Pilotstudie (1) zusammengestellt. Daraus wurde dann in dieser Studie ein **Entwurf** für einen **Standardkostenplan** entwickelt, den jedoch das CRB leider ablehnte, weil er nicht dem existierenden BKP entsprach.

Im Tiefbau wird neben einer projektspezifischen Gliederung in Objekte meistens gerade die **NPK-Gliederung der VSS** für die Kostenschätzungen und Kostenvoranschläge benützt. Manchmal werden die Kostenvoranschläge auch erst aufgrund von Unternehmerangeboten aufgestellt (gilt auch für einfache Hochbauten). Für Nationalstrassen ist der Rahmenkontenplan für den Nationalstrassenbau zu verwenden. Für den baulichen Unterhalt und die Erneuerung der Nationalstrassen wurde vom ASB ein vereinfachter Kontenplan herausgegeben. Zu beachten ist noch, dass der NPK der VSS und des SIA nicht nur Arbeitsgattungen, sondern auch Bauteile (Bauwerkteile) enthält, und dass im Nationalstrassen-Kontenplan Objektarten (z.B. Brücken) vorkommen.

Im Hochbau wird der **BKP des CRB** häufig als Kostengliederung benützt, teilweise mit branchenspezifischen Anpassungen. In der praktischen Anwendung dominieren bis heute anzahlmässig die Projekte, die im wesentlichen nur **ein** Objekt umfassen. Bei den Ausschreibungen nach dem NPK des CRB ist jeweils die BKP-Nummer anzugeben, damit die Leistungen eindeutig sind und die Verknüpfung zwischen Kostenvoranschlag einerseits und Ausschreibung und Abrechnung andererseits sichergestellt werden kann. Seit einigen Jahren wird vom CRB die "Baukostenanalyse" (heute Elementko-

stengliederung, EKG, genannt) als dritte Kostengliederung benützt. Sie wurde vor allem für Kostenschätzungen und Kostenvoranschläge sowie für Auswertungen von abgerechneten Bauten entwickelt. Sie ist mit dem NPK insofern verknüpft, als die Kostenangaben zu den Berechnungselementen aufgrund der Richtpreise für die Positionen, aus denen die Berechnungselemente zusammengesetzt sind, berechnet werden.

Zur Horizonterweiterung und Relativierung von schweizerischen Details lohnt sich auch ein Blick auf **ausländische** Kostengliederungen (z.B. BRD: DIN 276, Oesterreich, Grossbritannien, USA: List of Cost Accounts AGC-CSI).

In der Schweiz existieren bereits verschiedene **EDV-gestützte Systeme**, besonders für die Ausschreibung und Abrechnung und für die Kostenüberwachung, weniger für die Kostenplanung. Diese Systeme müssten grundsätzlich so aufgebaut sein, dass Aenderungen von Kostengliederungen möglich sind.

1.4 Vorgehen

Dieses Forschungsprojekt ist im **Rahmen** eines grösseren Programms zur Aufarbeitung von Grundlagen, Konzepten und Arbeitshilfsmitteln auf dem Gebiet der Ermittlung, Festlegung und Beherrschung der Baukosten zu sehen. Der Ablauf und Zusammenhang verschiedener Projekte auf dem Gebiet der Kostenplanung und -kontrolle ist im *Bild 1* dargestellt.

Bei diesem Projekt ging es vor allem darum, die Möglichkeiten der **Elementmethode im Tiefbau** im Zusammenhang mit der Arbeitsgattungsgliederung abzuklären und entsprechende Vorschläge auszuarbeiten und anhand von Anwendungsbeispielen aus der Praxis zu überprüfen. Dabei waren die Gemeinsame Kostengliederung für Hoch- und Tiefbauten, das Konzept NPK Bau 2000 und Erfahrungen mit der Elementmethode im Hochbau in die Ueberlegungen einzubeziehen.

Vorhanden war die Pilotstudie Bauprojektkosten (1) der VSS-Kommission 11 (heute 275), die in den Jahren 1983/84 durch das IBETH im Rahmen einer Subkommission realisiert wurde. Vorerst parallel wurden in der Dissertation von R. Berger (3) die Bestimmungsgrössen der Baukosten und die Steuerungsmöglichkeiten untersucht und in einem **Indikatormodell** für die Kostenplanung und -beurteilung dargestellt.

Im Rahmen dieses Forschungsprojekts wurde folgende Etappierung gewählt:

a. Für die Gemeinsame Kostengliederung für Hoch- und Tiefbauten, die von der CRB/VSS-Koordinationsgruppe unter Einbezug des SIA und des SBV bearbeitet wurde, waren verschiedene **Einzeluntersuchungen** und **Praxistests** durchzuführen. Die Element- und Arbeitsgattungsgliederung sollten in einen solchen Kontenplan eingeordnet werden.

b. Für das Konzept des NPK Bau 2000 für den Hoch- und Tiefbau (inkl. Installationen/Haustechnik) (5), das ebenfalls von der CRB/VSS-Koordinationsgruppe unter Einbezug des SIA (NPK Untertagbau) und des SBV sowie weiterer Unternehmerverbände bearbeitet wurde, war ein Vorschlag für die **Kapitelgliederung** des NPK Bau 2000 auszuarbeiten.

c. Die Tauglichkeit der **Elementmethode** für Tiefbauten war als wichtigste Fragestellung dieses Forschungsprojekts zu prüfen. Zudem war ein erster Vorschlag für die Gliederung eines Standard-Elementkatalogs auszuarbeiten. Dabei waren die BKA und die Berechnungselemente des CRB und bereits existierende Ansätze für Bauwerkteile im Tiefbau zu beachten und praktische Beispiele aus den Gebieten "Trassebauten", "Kunstbauten" und "Untertagbauten" zu analysieren.

d. Mit Blick auf die praktische, systematische Anwendung der Kostengliederungen im Projektablauf war schliesslich eine klare Vorstellung eines allgemeinen **Kostenbeherrschungssystems** aufzuarbeiten. Dabei waren die Leistungs- und Honorarordnungen des SIA sowie in- und ausländische Literatur zu beachten.

Das Kostenbeherrschungssystem war dann auch wichtig für die Vorschläge der Arbeitsgruppe "Informatikanwendungen" des SIA. Diese befasste sich insbesondere mit den Schnittstellen im **Informationsfluss** der Kostendaten zwischen den Projektbeteiligten und speziell mit den dort zu übertragenden Kostendaten. Sie erarbeitete die SIA-Dokumentation 510 "Bauprojektkosten mit EDV" (6).

1.5 Anwendungsbeispiele

Die Anwendungsbeispiele wurden aus verschiedenen Objektarten und in verschiedenen Projektphasen gewählt.

Trassebauten wurden aus den Umfahrungen von Grüsch und Strada gewählt.

- Die Umfahrung von Grüsch im unteren Prättigau ist bereits gebaut, und die Kosten konnten den Verträgen entnommen werden.
- Für die Umfahrung von Strada liegen ein Vorlageprojekt mit einem Kostenvoranschlag und eine Variante dazu vor.

Kunstbauten kommen in den beiden Umfahrungen von Grüsch und Strada vor (kleine und mittlere Ueberführungen für Strasse bzw. Bahn und Versetzen einer Flussbrücke). Aus der Strecke Wolfenschiessen - Oberrickenbach wurden grössere Stützmauern gewählt. Die Brücke über die SBB in Wangen bei Olten und die Nationalstrassenbrücke der N3 bei Schinznach sind weitere repräsentative Kunstbauten. Schliesslich wurde der Kostenvoranschlag für die Instandsetzung des Lopper-Viadukts untersucht.

Als Beispiel für **Untertagbauten** wurde der Chüebalm-Tunnel auf der N8-Teilstrecke Interlaken - Brienzwiler gewählt.

Aus dem Bereich der **kulturtechnischen Bauarbeiten** wurde die Erneuerung und Verbesserung der Entwässerung einer Flachland-Liegenschaft in Otelfingen untersucht.

Im Teil II dieses Berichts werden folgende Anwendungsbeispiele vorgestellt:

- Als durchgehendes Beispiel: die Umfahrung von **Strada** (Engadinerstrasse)
- Für Elementgliederungen anderer Objektarten:
  - **Chüebalm**-Tunnel (N8 Interlaken - Brienzwiler)
  - Aarebrücke **Schinznach-Bad** (N3 Basel - Zürich)
  - Kantonsstrasse **Wolfenschiessen - Oberrickenbach**
  - Gesamtmelioration **Otelfingen - Boppelsen**.

Die Erfahrungen mit den Praxistests sind im Abschnitt 7.2 zusammengefasst.

1.6 Hoch- und Tiefbau

Bei der mehrjährigen Bearbeitung des Fachgebietes "Kostenplanung und -kontrolle für Bauprojekte" in verschiedenem Zusammenhang hat sich immer wieder gezeigt, dass die **Prinzipien, Methoden** und

Hilfsmittel für die Leistungsbeschreibung, Kostenermittlung, Kostenplanung und Kostenbeherrschung sowohl für Hochbauten wie für Tiefbauten verwendet werden können. Diese übergeordnete Sicht führt zu Vereinfachungen und Rationalisierungen (Vermeiden unnötiger Doppelspurigkeiten, Benützen wettbewerbsfähiger EDV-Lösungen, Erfahrungsaustausch, Schulung) und ist auch deshalb von **Vorteil**, weil immer mehr Bauten mit Hoch- und Tiefbauteilen vorkommen (Strassen- und Bahnanlagen in urbanem Gebiet, anspruchsvolle Gebäudetragkonstruktionen und -fundationen, Kläranlagen usw.).

Die **Anwendungsbeispiele** in diesem Bericht wurden ausschliesslich aus dem Tiefbau ausgewählt, weil im Hochbau bereits Publikationen des CRB bestehen und weil die hier vorgestellten Prinzipien, Methoden und Hilfsmittel im Hochbau teilweise bereits in entsprechende Arbeitshilfsmittel für Architekten und Ingenieure umgesetzt sind.

1.7 Hinweise zum Lesen des Berichts

In der **Einleitung** (Kapitel 1) sind die allgemeinen Informationen und Voraussetzungen zur Zielsetzung und Einordnung des Forschungsprojekts enthalten.

Wer sich zuerst für die **Anwendung** der Kostengliederungen im Projektablauf interessiert, kann anschliessend das Kapitel 7 lesen. In diesem Kapitel wird insbesondere gezeigt, wer welche Kostenzusammenstellungen wann und zu welchem Zweck verwendet.

Im Kapitel 2 wird ein **Gesamtkonzept** vorgestellt, das sich über alle Ebenen und Detaillierungsgrade der Leistungsbeschreibung und Kostenermittlung von den Kosten pro Objekt bis zu den Kosten pro Einsatzmitteleinheit (Lohn- bzw. Maschinenstunde, Material etc.) erstreckt.

Anschliessend werden in den Kapiteln 3 - 6 die **vier** hier hauptsächlich zu behandelnden Bereiche

- Gliederung von Projekten in Objekte
- Baukosten-Kontenplan
- Elementgliederung
- Konzept NPK Bau 2000

behandelt.

Schliesslich wird, wie erwähnt, im Kapitel 7 die **Anwendung** der Kostengliederungen im Projektablauf vorgestellt.

Im Teil II des Berichts werden zunächst die **detaillierten Gliederungsvorschläge** dargestellt. Dann werden die **Anwendungsbeispiele** in gleichartiger Darstellung gezeigt.

2. GESAMTKONZEPT

2.1 Anforderungen

Gesucht ist eine Kostengliederung für alle Arten von Hoch- und Tiefbauten in der Schweiz (Neubau, Erhaltung, Erweiterung, Umbau), welche die in Kapitel 1 dieses Berichts genannten Anforderungen erfüllt.

2.2 Gesetzmässigkeiten

Das in den nachfolgenden Kapiteln beschriebene Gesamtkonzept ist auf einigen einfachen Gesetzmässigkeiten aufgebaut:

a. Was zu den Baukosten gehört, wird wie in der Betriebswirtschaftslehre durch den Betriebszweck (hier den Projektzweck) bestimmt. Der **Projektzweck** ist die Erstellung einer bestimmten optimalen baulichen Anlage bzw. eines optimal gestalteten Gebiets mit vorwiegend natürlichen Komponenten. Die Baukosten sind die Kosten der Leistungen, die dazu nötig sind.

b. Zunächst muss aus den verlangten Funktionen und qualitativen Eigenschaften eine **bauliche Lösung** entwickelt werden. Die Baukosten beziehen sich immer auf eine bauliche Lösung und damit höchstens indirekt auf Nutzungsfunktionen oder qualitative Ansprüche. Die Kostenplanung und -beherrschung ist deshalb system- und bauteilorientiert und ortsbezogen zu gestalten.

c. Kosten beziehen sich immer auf **Leistungen** (Produkte). Eine fundierte Kostenermittlung und Kostenbeurteilung ist nur im Zusammenhang mit definierten Leistungen möglich.

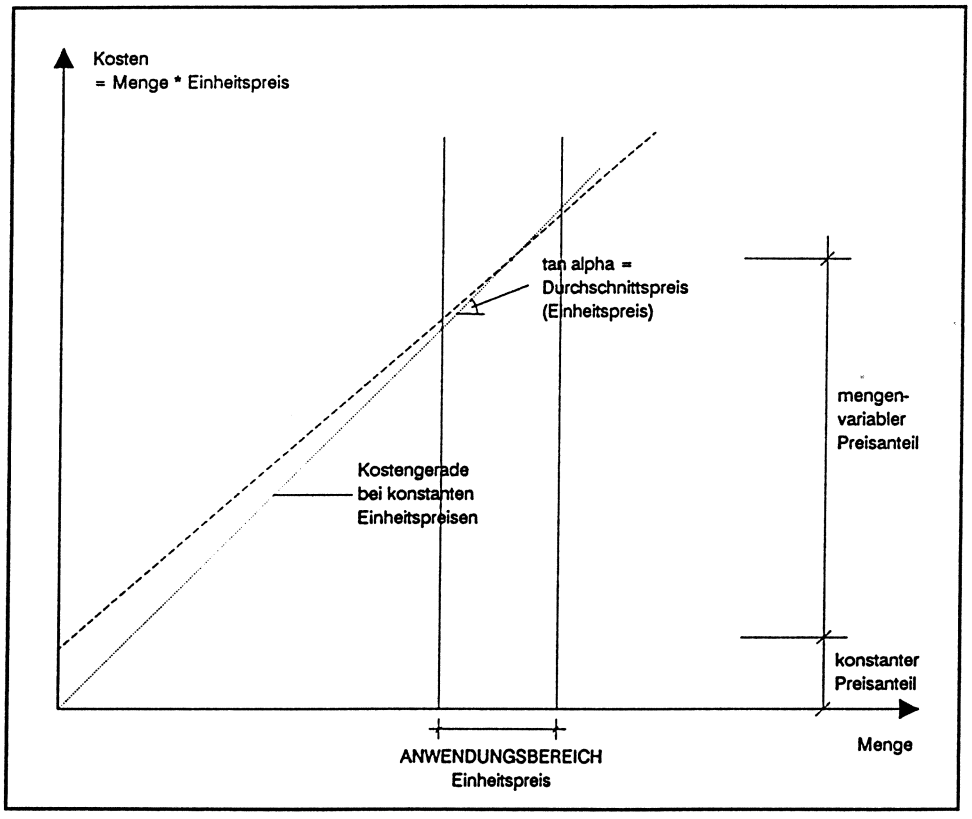


Bild 5: Konstante Einheitspreise im Anwendungsbereich

d. Für die Kostengliederung kann angenommen werden, dass die Leistungen (Produkte) wiederholbar und aufteilbar sind. Die Kosten einer einzelnen Leistung sind abhängig von der **Leistungsmenge** und dem **Preis pro Mengeneinheit** (Einheitspreis):

$$K = \text{Kosten der Leistung} = \text{Leistungsmenge} \cdot \frac{\text{Preis}}{\text{Mengeneinheit}} = M \cdot P$$

Allerdings gelten konstante Einheitspreise nur in einem beschränkten Anwendungsbereich *(Bild 5)*. Bereichsweise konstanten Einheitspreisen entsprechen stückweise lineare Kosten.

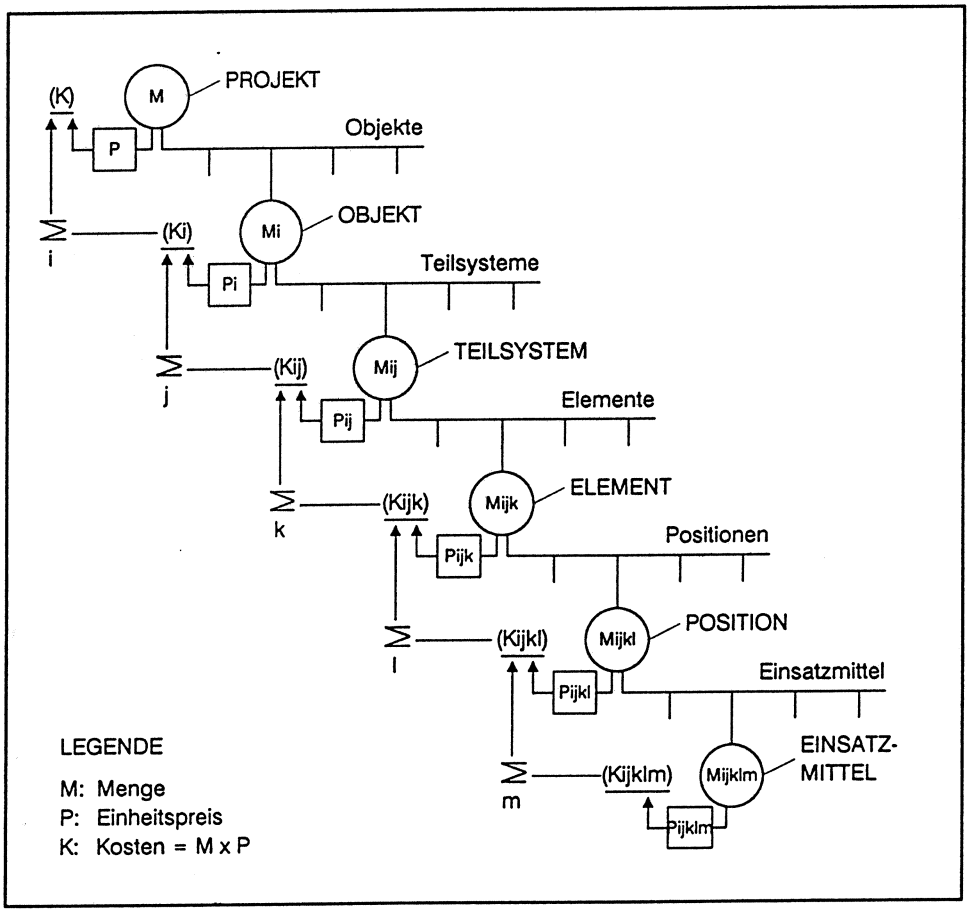


Bild 6: Hierarchische Kostengliederung

e. Geht man vom Groben zum Detail, wird stets primär die **Menge aufgeteilt**, nicht der Preis. Der Preis wird für die detaillierteste verwendete Mengeneinheit angegeben. Die weniger detailliert ermittelten Kostengrössen (z.B. K_{ij}) werden durch eine Summe von Kosten detaillierterer Leistungen ersetzt, z.B. (*Bild 6*)

$$K_{ij} \dashrightarrow \sum_k (M_{ijk} \cdot P_{ijk})$$

Zu Vergleichszwecken können aus den Summen mittels Division die revidierten Einheitspreise auf der oberen Ebene berechnet und mit den vorher benützten Werten verglichen werden (Erfahrungsbildung).

$$P_{ij} \text{ --> } K_{ij}/M_{ij} = \sum_{k} (M_{ijk} \cdot P_{ijk}) / M_{ij}$$

Der Besteller kann die Leistungsart und -menge wählen, der Preis bildet sich in der Regel auf dem **Markt**.

Eine Berechnung der Kosten über eine Standard-**Prozent**aufteilung, z.B.

$$K_{ijk} = \pi_{ijk} \cdot K_{ij}$$

ist primär nicht anzustreben, weil die Höhe der Prozentanteile höchstens aus Statistiken entnommen werden kann und damit die technischen Gründe dafür nicht erschlossen sind. Erfahrungsprozentanteile eignen sich jedoch zur **Kontrolle** von Kostenberechnungen gemäss obenstehendem Schema.

f. Geht man vom Detail ins Grobe, wird sukzessive auf der nächsthöheren Ebene summiert. Die grob berechneten Kosten werden wie unter e. durch diese Summen **ersetzt**. Auch die Mengen, die beim genauerem Ausmass auf unteren Ebenen ändern, sind durch die neuen Werte zu ersetzen. Auf den oberen Ebenen können aus den Summen mittels Division durch die evt. revidierten Mengen wieder revidierte Einheitspreise zum Vergleich und zur Erfahrungsbildung berechnet werden.

2.3 Konzept der Baukostengliederung

Aus diesen Gesetzmässigkeiten ergibt sich das im *Bild 6* schematisch dargestellte **hierarchische Modell der Kostengliederung**. Es zeigt das Grundprinzip der Kostenermittlung wie es durch die heute bestehenden Standard-Arbeitshilfsmittel weitgehend vorgezeichnet ist. Es wird weiter veranschaulicht durch das Beispiel in *Bild 7*. Dieses zeigt, wie die Kosten durch eine stufenweise Detaillierung der Leistungen und Mengen immer genauer erfasst werden können. Der Kostengenauigkeit sind jedoch durch äussere Unsicherheitsfaktoren (z.B. Wetter, Markt, Bodenverhältnisse) praktische Grenzen gesetzt. Ist die Kostengliederung einmal detailliert vorhanden, so ist die hierarchische Struktur führungstechnisch wiederum unabdingbar, um die Uebersicht jederzeit effizient aufrechterhalten zu können.

Nachführungen in hierarchischen Kostengliederungen sind prinzipiell bis zur **niedrigsten benützten Ebene** durchzuführen. Dann können die oberen (kondensierten) Ebenen durch Summation berechnet werden. Wird eine Kostenzahl auf einer oberen Ebene geändert, so ist die Aufteilung der Aenderung für die unteren Ebenen anzugeben.

Die primäre, auf der physischen Strukturierung der betreffenden baulichen Anlage basierende Kostengliederung ist für eine genügende Kostenplanung und -kontrolle immer nötig. Weitere projektleitungstechnische Schwerpunkte und Strategien können auch Kosteninformationen in anderer Form verlangen. **Dieselben Projektkosten** können entsprechend verschiedenen weiteren Kriterien gegliedert bzw. zusammengefasst und dargestellt werden.

OBJEKT B. TRASSE

Nr.	Objekt mit Nebenleistungen	ME	Menge	Einheitspreis (Fr.)	Betrag (Fr.)	Objekt
0	Grundstück				300'000.-	
1	Bauvorbereitung				40'000.-	
2 . . 5	Objekt Trasse exkl. 0, 1, 7, 8, 9	m	620	3'800.-	2'360'000.-	
7	Umgebung	m2	25'000	2.80	70'000.-	
9	Honorare	%	12.5	von 1...7	310'000.-	
B. TRASSE		Fr. 3'080'000.- / 620 m = Fr. 4'968.-/m			TOTAL	3'080'000.-

a) Beispiel Kostengrobschätzung auf Ebene Objekt (mit Nebenleistungen)

OBJEKT B. TRASSE

Nr.	Teilsystem	ME	Menge	Einheitspreis (Fr.)	Betrag (Fr.)	Objekt
0	Grundstück				300'000.-	
1	Bauvorbereitung				40'000.-	
2	Erdbau, Unterbau					
22	Erd- und Unterbau (ohne kleine Kunstbauten)	m3	62'000	16.-	990'000.-	
	kleine Kunstbauten	m3	450	475.-	210'000.-	
3	Rohbau, Oberbau	m2	16'500	60.-	990'000.-	
4	Installationen, Transportanlagen					
45	Entwässerungs-, Transport- und grosse Werkleitungen (Kanalisation)	m	5'500	23.50	130'000.-	
5	Ausbau					
52	Ausbau Tiefbauten	m	1'650	42.50	70'000.-	
7	Umgebung	m2	25'000	2.80	70'000.-	
9	Honorare	%	12.5	von 1...7	310'000.-	
B. TRASSE		Fr. 3'110'000.- / 620 m = Fr. 5'016.-/m			TOTAL	3'110'000.-

b) Beispiel Kostenschätzung auf Ebene Teilsysteme

TEILSYSTEM 35 OBERBAU

Nr.	Element	ME	Menge	Einheitspreis (Fr.)	Betrag (Fr.)	Teilsystem
35	Oberbau					
351	Uebergangs- und Fundationsschicht (ohne Reinplanie)	m3	11'000	34.-	375'000.-	
	Reinplanie	m2	16'500	4.50	75'000.-	
352	Entwässerung Oberbau	m	1'400	107.-	150'000.-	
354	Belagsabschlüsse	m	1'000	75.-	75'000.-	
355	Belag	m2	16'500	18.-	300'000.-	
35 Oberbau		Fr. 975'000.- / 16'500 m2 = Fr. 59.10 / m2			TOTAL	975'000.-

c) Beispiel Kostenberechnung auf Ebene Elemente

Bild 7: Beispiel stufenweise Detaillierung

Werden **zwei oder mehrere Hierarchien** eingeführt (z.B. physische Gliederung und organisatorische Gliederung/Vertragsgliederung), so sind sie miteinander **zu verknüpfen**, weil es sich wie gesagt um dieselben Projektkosten - in zwei verschiedenen Darstellungen - handelt. Dadurch wird allerdings die Komplexität der Kostendarstellung vergrössert (Beispiel in *Bild 8*). Die verschiedenen Verknüpfungsmöglichkeiten werden in diesem Bericht nicht untersucht. Ab den Verknüpfungspunkten kann in allen Hierarchien eindeutig summiert werden, weil die Struktur ab den Verknüpfungspunkten nach oben baumartig ist. Mit solchen Hierarchien können **unterschiedliche Aspekte** und "Verwandtschaften" behandelt werden. Ein Drei-Hierarchien-Modell für die Kostenplanung und -kontrolle wurde kürzlich publiziert (9).

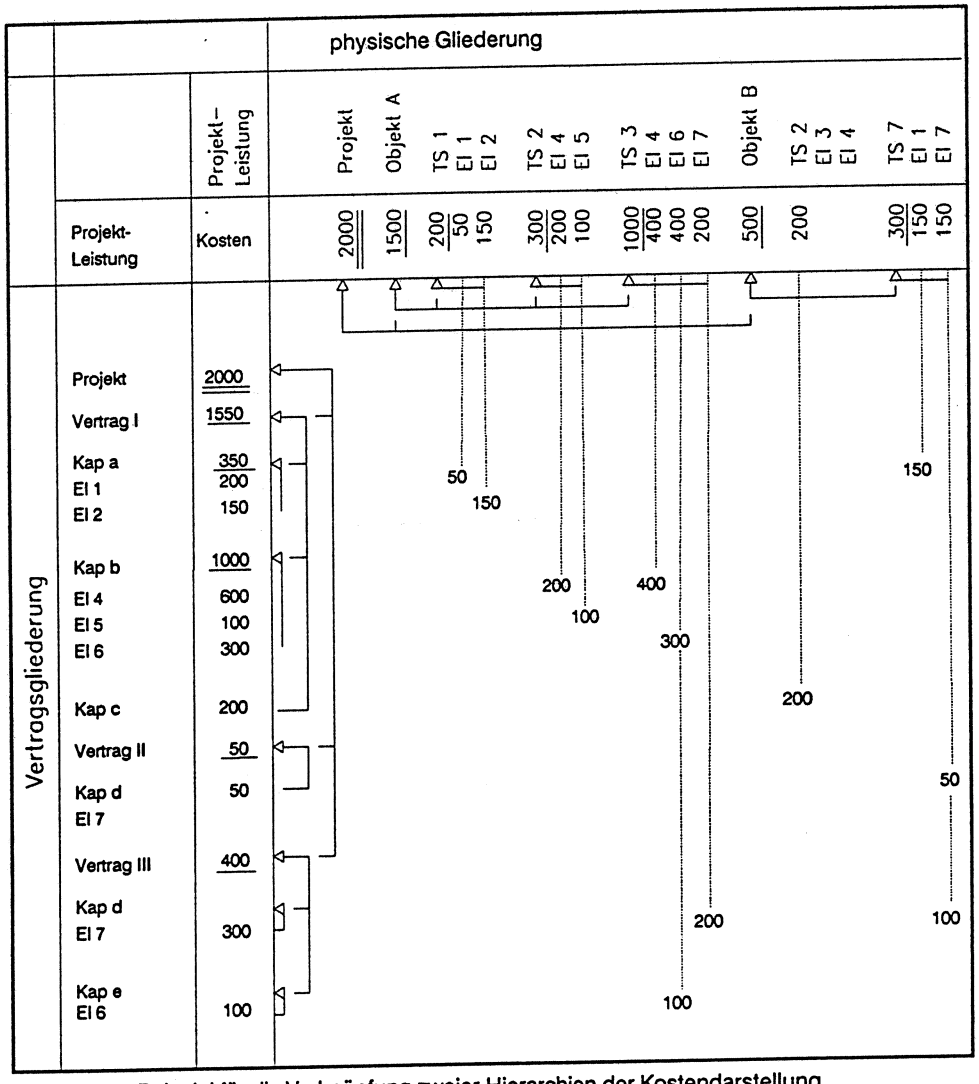


Bild 8: Beispiel für die Verknüpfung zweier Hierarchien der Kostendarstellung

Etwas einfacher zu überblicken ist die Zuordnung zwischen einer Kostengliederungshierarchie (z.B. physische Gliederung) zu einem **Vektor** (z.B. einer Anzahl finanzierender Stellen, die voneinander unabhängig sind). Allerdings ist auch hier zu beachten, dass die Zuordnung vollständig zu regeln ist. Dabei können Regelungen für ganze Bereiche der primären Kostengliederungshierarchie gelten. Noch einfacher wäre die Zuordnungsmatrix zwischen zwei Kostengliederungsvektoren zu handhaben. Bei dieser Lösung ist jedoch die oben dargestellte elementare Anforderung des hierarchischen Aufbaus vom Groben zum Detail nicht mehr erfüllt.

Um transparente und in ähnlicher Form wiederverwendbare Strukturen zu entwickeln, sollen **Kriterien** für die Baukostengliederung ermittelt werden. Dabei soll, mindestens für die betreffende Gliederungsebene, ein Hauptkriterium herausgearbeitet werden. Weitere Kriterien können sekundär in der primären Gliederungsstruktur (kein einheitliches, sondern nur ein dominierendes Kriterium pro Ebene) oder als sekundäre Hierarchien bzw. Vektoren berücksichtigt werden.

Folgende Gliederungskriterien stehen im Groben und im Detail im Vordergrund:

- physische Gliederung
  (die bauliche Anlage wird in Objekte, Teilsysteme und Elemente zerlegt)
- örtliche Gliederung
  (diese Lokalisierung soll die Ermittlung, Festlegung und Ueberwachung der Kosten erleichtern)
- Leistungsarten-Gliederung
  (gleichartige Leistungen werden zusammengefasst, insbesondere solche, die durch eine bestimmte Art Berufsleute ausgeführt werden)
- Bauwerkfunktionen-Gliederung
  (tragende, wärmeflussdämmende, abschrankende, bauwerküberwachende etc. Teilsysteme bzw. Komponenten werden unterschieden)
- Nutzungsfunktionen-Gliederung
  (die Kosten werden nach Kostenträgern im Betriebszustand, also nach Einheiten, die auch einen Nutzen bringen, aufgeteilt)
- terminliche Gliederung
  (Unterteilung nach Projektierungs- und/oder Beschaffungs- und Erstellungseinheiten und nach den Vorgängen des Projektablaufs)
- finanzielle Gliederung
  (es kommt darauf an, wer die betreffenden Kosten bezahlt bzw. subventioniert)
- organisatorische Gliederung
  (als Kriterium zählt, welcher Projektbeteiligte für die Ermittlung bzw. Ueberwachung der betreffenden Kosten zuständig ist)
- rechtliche Gliederung
  (es ist z.B. wichtig, wer für die Bewilligung des betreffenden Teils zuständig ist)
- Wartungs-Gliederung
  (Systemteile, die eine gleichartige und/oder gleichzeitige Ueberwachung und Wartung aufweisen, werden zusammengefasst)
- Instandsetzungs-Gliederung
  (Systemteile, die eine gleiche Nutzungs- bzw. Abschreibungsdauer haben und später zur selben Zeit ersetzt werden sollen, werden als Gattung gewählt).

Eine Aufteilung aller Kosten nach vielen Kriterien wäre aufwendig in der Kostenermittlung, -nachführung und -kontrolle.

Wenn man die Kriterien jedoch etwas genauer analysiert, ergibt sich aus nachstehenden Gründen die **physische Gliederung** als dominierendes Kriterium für die Standard-Gliederung:

- Die örtliche Gliederung kann teilweise bereits bei der Standard-Gliederung (z.B. Bodenplatte und Dachkonstruktion als besonders spezifizierte Art einer Decke) oder dann beim Uebergang auf die Projekt-Gliederung genügend berücksichtigt werden. Die vom CRB für kalkulatorische Zwecke definierte Positionslage hat in der Praxis in dieser Funktion keine entscheidende Bedeutung erlangt.
- Die Leistungsarten-Gliederung ist praktisch ausschliesslich auf die Bearbeitung physisch definierbarer Anlageteile zurückführbar (z.B. Elektriker bearbeitet Elektro-Versorgungssystem, Maler erstellt Beschichtungen mit einer gewissen Lebensdauer). Ebenso beziehen sich die Teilbausummen für die Honorarberechnung auf physische Teilsysteme, die zu gestalten und zu berechnen sind.
- Aehnliches gilt für die Bauwerkfunktionen-Gliederung, weil es die Teilsysteme oder Komponenten sind, die spezifische Funktionen haben.
- Die Nutzungsfunktionen können praktisch nur über die entsprechende physische/bauliche Lösung mit Kosten verbunden werden. Die meisten Bauwerkteile haben mehrere Nutzungsfunktionen (z.B. tragen, Raum bilden, isolieren), denen die Kosten nicht einfach zugeordnet werden können.
- Die zeitlichen, finanziellen, organisatorischen und rechtlichen Gliederungen sind in der Regel projektspezifisch. Bei der Projekt-Gliederung empfiehlt sich der Uebersichtlichkeit und Klarheit wegen möglichst physisch definierte, zeitliche, finanzielle, organisatorische und rechtliche Abgrenzungen zu wählen. Zusammenfassungen kommen dann als sekundäre Kostengliederung jedoch recht häufig vor.
- Auch die Wartung und Instandsetzung wird mit Vorteil auf definierte physische Teile bezogen (z.B. Anlagekomponenten-Numerierung).

Dieses Konzept entspricht dem Denken in physischen Systemen als Basis des Projekt- und Anlagenmanagements (2). Es entspricht auch der heutigen Tendenz zur objektorientierten Programmierung auf dem Gebiet der Informatik.

Ein weiterer klarer Vorteil der physischen Gliederung ist, dass sie sich grundsätzlich zur Verknüpfung mit CAD und Leistungsbeschreibungen eignet. Allerdings müsste eine CAD-Software dabei in der Lage sein, Elemente zu definieren (mit Dimensionen, Qualitäten, Mengen als Attribute), nicht nur einfach grafische Elemente (Striche, Zeichen etc.).

Aus diesen Gründen werden die folgenden Ebenen als **primäre hierarchische Standard-Grobgliederung** für die Bauprojektkosten vorgeschlagen (*Bild 9*):

a) Aufteilung des Projekts (auch Bauvorhaben oder Gesamtprojekt genannt) in **Objekte** (auch Bauobjekte, Bauwerke genannt) als physische Projektierungs-, Erstellungs- und Nutzungseinheiten. Die Objektarten können in einem Anlagen- und Objektartenkatalog dargestellt werden, was verschiedene Anlagenbesitzer bereits realisiert haben.

b) Aufteilung der Objekte in **Teilsysteme** (auch Gruppen, Untergruppen, Gattungen, Kapitelgruppen, Kapitel, Gewerke genannt), was auch die Bauwerkfunktions-Gliederung abdeckt. Die BKP-Untergruppen, die "Arbeitsgattungen" und die NPK-Kapitel sind meistens Teilsystemarten.

c) Aufteilung der Teilsysteme in **Elemente** (auch Bauwerkteile, Berechnungselemente genannt), die auch bei der Projektierung (CADD), Berechnung, Herstellung, Ueberwachung und Instandhaltung unterschieden werden können. Die Berechnungselemente und z.T. die EKG des CRB sind eine Elementarten-Gliederung.

d) Aufteilung der Elemente in **Positionen** als detaillierte physische Leistungen (Arbeitsergebnisse, Produkte). Die Positionen werden primär ergebnisorientiert betrachtet, können jedoch sekundär auch den Charakter von Verrichtungen haben. Sie sind weitgehend normiert (NPK).

e) Aufteilung der Positionen in die Beiträge der **Einsatzmittel** als messbarer und kostengenerierender Mitteleinsatz (Lohnstunden, Material, Inventarstunden, Fremdleistungen) für die Leistungen bzw. Produkte. Diese Verbindung zum Produktionssystem für die Ausführung ist mit den Standard-Leistungswerten und -Kalkulationen der Unternehmerverbände (z.B. des SBV) bzw. der Dienstleistungs-Fachorganisationen (z.B. des SIA) bereits vorhanden.

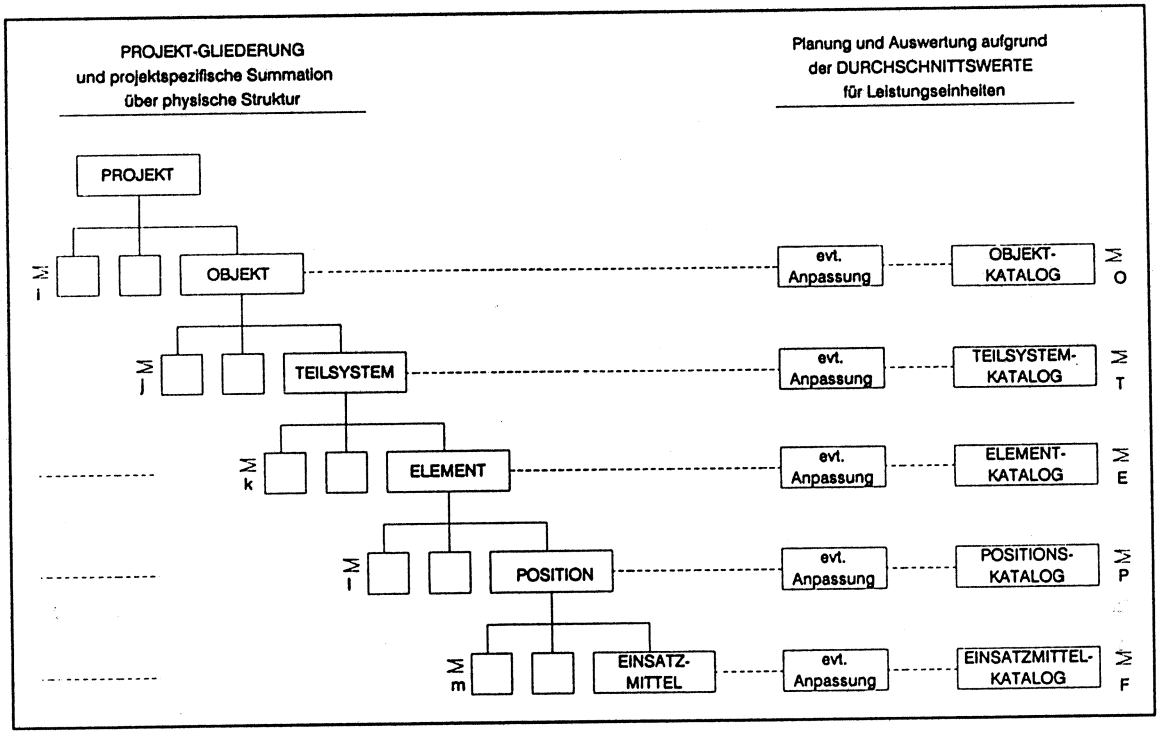


Bild 9: Projektspezifische Summation und Verwendung von Durchschnittswerten

Auf jeder Ebene können nun **Katalog-Leistungseinheiten** definiert werden (z.B. 1 m3 Primarschulhaus Typ X, 1 m2 Bürohausfassade Typ Y, 1 m2 Nationalstrassen-Belag Typ Z, 1 m2 Wandschalung Typ XY, 1 h Standard-Malerequipe). Für jede Leistungseinheit ist auch eine charakteristische **Mengeneinheit** zu definieren. Die **Einheitspreise** können nach Mengen (z.B. klein/mittel/gross) abgestuft werden.

Es ist zu beachten, dass sowohl die Gliederung auf der Projektseite wie auch diejenige auf der Katalog-Seite zu such- **und** summations(führungs)technischen Zwecken gebraucht werden können. Allerdings ist die Summation vor allem auf der Projektseite zwingend. Auf der Katalog-Seite wird damit aber doch die Möglichkeit geschaffen, Katalog-Leistungseinheiten (z.B. Berechnungselemente) aus

nachgeordneten Katalog-Leistungseinheiten (z.B. Positionen) standardmässig zusammenzusetzen, wobei diese Zusammensetzung selbst eine wichtige Information ist.

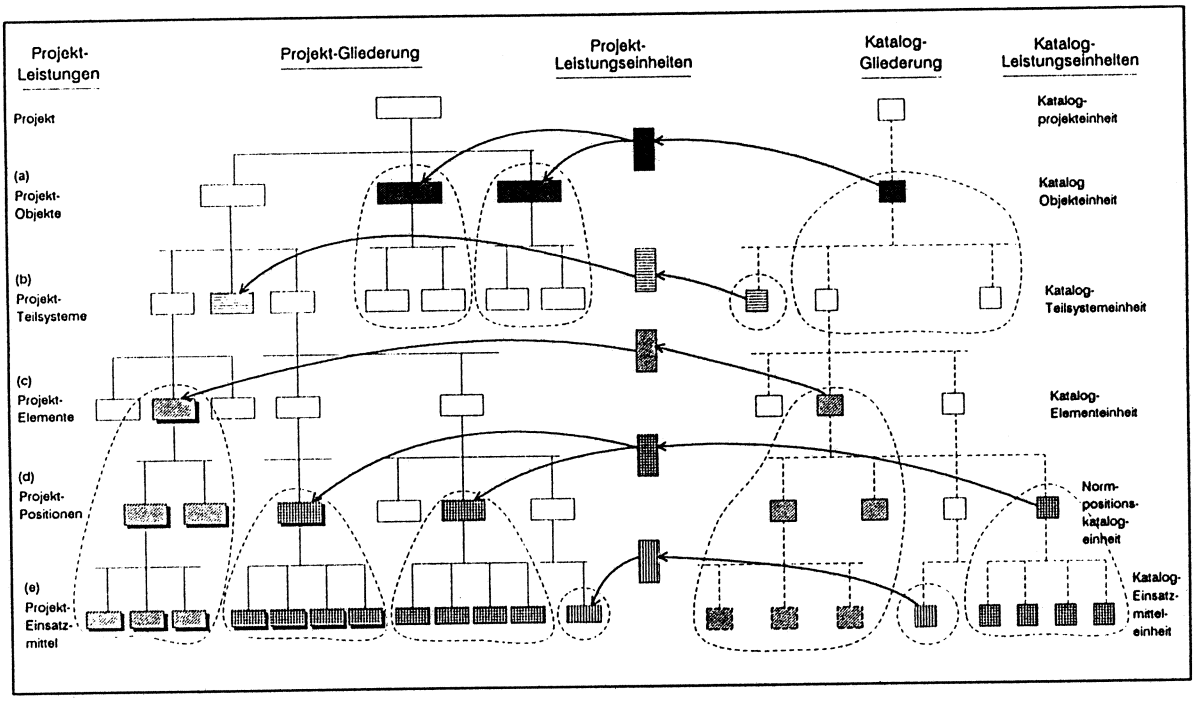


Bild 10: Transfer von Katalogleistungseinheiten

Wenn eine Katalog-Leistungseinheit in die Projekt-Gliederung transferiert wird (*Bild 10*), können folgende Fälle unterschieden werden:

- Die Katalog-Leistungseinheit (z.B. Katalog-Elementeinheit, Normposition) wird **unverändert** übernommen. Dann "erbt" die Projekt-Gliederung sämtliche Attribute der Katalog-Leistungseinheit (Beschrieb, Teilmengen, Preise). Allerdings werden noch die projektspezifische Bezeichnung und Leistungsmenge dazugefügt (die Katalog-Leistung gilt pro Mengeneinheit).
- Die Katalog-Leistungseinheit wird zunächst **angepasst** an die projektspezifischen Verhältnisse und wird damit zur **Projekt-Leistungseinheit** (z.B. Projekt-Elementeinheit oder normpositionsähnliche Reserveposition).
- Die Katalog-Leistungseinheit wird **ersetzt bzw. dazugefügt**. Dann ist die Leistungseinheit völlig neu zu definieren, und die übergeordneten Ebenen ändern sich entsprechend (z.B. beim Einfügen einer Reserveposition).

Die Numerierung und Bezeichnung der Projekt-Leistungen wird zweckmässigerweise aus der Katalog-Identifikation und projektspezifischen **Anpassungen und Ergänzungen** bestehen , z.B. wird aus der Objektart "Brücke, aus Spannbeton, Spannweite 30-40 m, Preis pro m2 Fr. 2'000.-, Preise 1986" die "Engitobel-Brücke, aus Spannbeton, Spannweite 38 m, 1'900 m2 zu Fr. 2'100.- = Fr. 4.0 Mio., Preise 1988".

Ein entscheidender Unterschied ist also, dass bei der Projekt-Leistung die **Leistungsmenge**, im Beispiel 1900 m2, angegeben ist. Weiter werden die Masse, Produkte und Preise dem Projekt entsprechend spezifiziert. Auch im "Bauhandbuch" des CRB wird betont, dass Richtpreise (allgemein berechnete Preise von Standard-Leistungseinheiten) nur zur groben Abschätzung der Kostenrelationen

dienen, nie aber eine objektbezogene Kalkulation ersetzen können. Die Tendenz, den Leistungsbeschrieb der Standard-Leistungseinheiten **unverändert** zu übernehmen, nimmt in der Regel mit dem Detaillierungsgrad zu und mit dem Bearbeitungsgrad ab. Katalog-Objekte und -Teilsysteme kommen seltener zum Zug, während Normpositionen und Standard-Kalkulationen häufiger verwendet werden. Je mehr ein Projekt bearbeitet ist, desto eher werden projektspezifische Leistungseinheiten verwendet. Am wichtigsten ist jedoch der baufachliche Entscheid, wie hoch der Standardisierungsgrad der baulichen Anlage sein sollte (Aesthetik, Kosten, Unterhalt etc.).

Der **Umfang** der einzelnen Projekt-Leistungen auf den verschiedenen Ebenen wird bei jedem Projekt individuell im Zusammenhang mit der **Mengenberechnung** (auch Massen-Auszug oder Erstellung des Mengengerüsts genannt) bestimmt. Die Rolle der Mengenberechnung bei der Leistungs- und Kostenermittlung ist im *Bild 11* dargestellt.

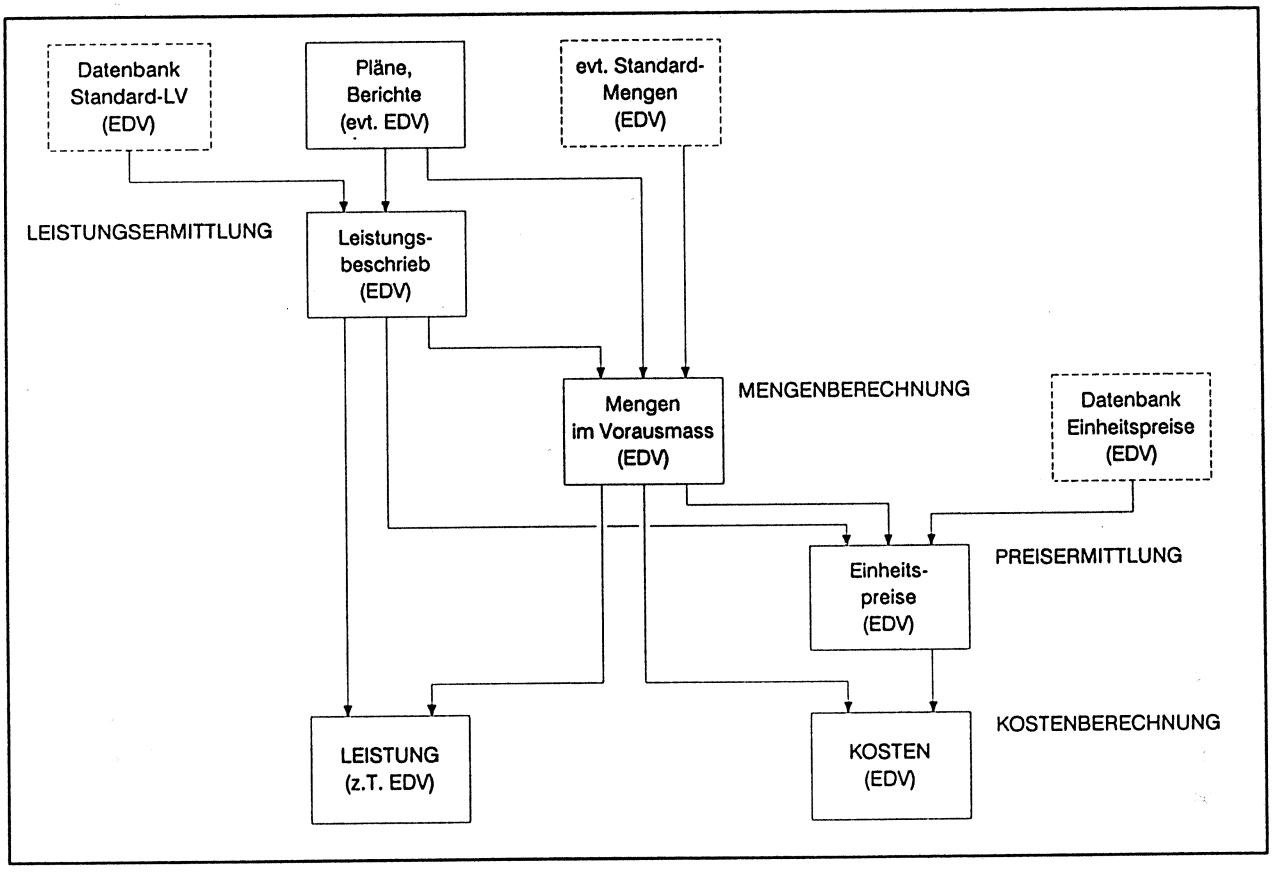


Bild 11: Rolle der Mengenberechnung bei der Leistungs- und Kostenermittlung

Bei der Mengenberechnung können gleiche bzw. praktisch gleiche Leistungen zusammengefasst werden, solange sie zur gleichen übergeordneten Projekt-Leistung gehören. Also können z.B.

- die gleichen Stützen S1 - S8 zu einem Projekt-Element zusammengefasst werden, wenn sie zum gleichen Projekt-Teilsystem "Rohbau" gehören
- die Montage der gleichen Fenster F6 - F9 zu einer Projekt-Position zusammengefasst werden, wenn sie zum gleichen Projekt-Element "Fenster" gehören.

Diese Zusammenfassungen werden im *Bild 10* als Rechteck mit "Schatten" gezeigt. Im Sinne der Verwendungszwecke der Kostengliederung sollten nur Leistungen, die örtlich beieinanderliegen und zu derselben Zeit projektiert und erstellt werden, zu einer Projekt-Leistung zusammengefasst werden. Die Berechnung der entsprechenden Leistungsmengen sollte transparent sein.

Datenverarbeitungstechnisch und für die Nachführung wichtig ist, dass Mengen und Kosten **nicht redundant** eingegeben werden. Berechnete Grössen sind also stets nur über eine neue Berechnung aufgrund der aktuellen Ausgangsdaten änderbar. Verknüpfungen zwischen abgelegten bzw. gespeicherten Mengen und Kosten müssen erkannt werden, damit bei Aenderungen alle davon betroffenen Dokumente geändert werden. In diesem Bericht werden die groben Elemente der Leistungs- und Kostendaten für Projekte im Bauwesen und ihre Verknüpfungen als baufachliche Grundlage für ein detailliertes Datenmodell (siehe auch 6) behandelt.

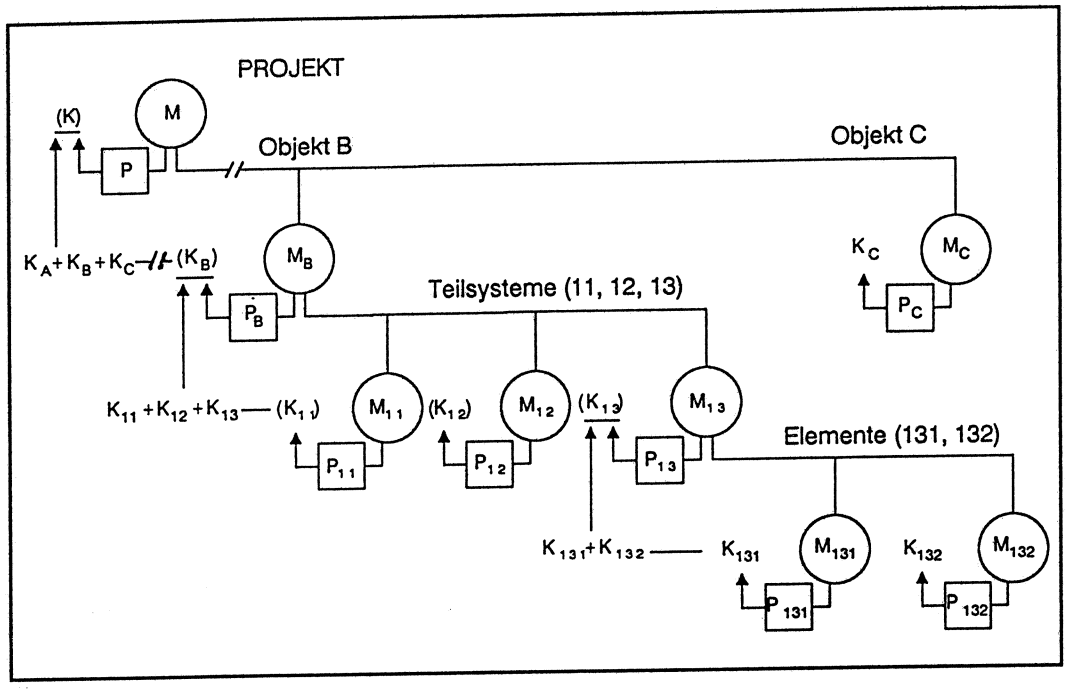


Bild 12: Im Detaillierungsgrad gestaffelte Kostenberechnung

Bei der **Kostenermittlung** wird man den Weg vom Groben ins Detail und zurück suchen. Im *Bild 6* kommt man desto mehr ins Detail, je tiefere Ebenen der Hierarchie man benützt. Es wäre jedoch ungeschickt, einfach Ebene für Ebene zu berechnen. Vielmehr soll eine im Detaillierungsgrad **gestaffelte** Kostenberechnung (*Bild 12*) verwendet werden. Dabei werden möglichst jene Projekt-Leistungen weiter untersucht und aufgeteilt, die noch das **höchste Kostenrisiko** aufweisen. Dementsprechend sollen z.B. auch die Konten in einem Kontenplan nicht einen fixierten Detaillierungsgrad für alle Fälle darstellen, sondern einen Rahmen für die Darstellung der Kosten. Im *Bild 13* ist ein Beispiel für eine solche gestaffelte Kostenrechnung dargestellt. Soviel zur Kostenermittlung entlang der primären hierarchischen Projekt-Gliederung.

Man kann die Kosten auch über **andere Hierarchien** berechnen, beispielsweise über die Mengen und Kosten von Positionen über das ganze Projekt oder über die Mengen und Kosten der für das ganze Projekt eingesetzten Mittel. Die entsprechenden Gesamtgrössen eignen sich für bestimmte Kapazitäts- und Kostenüberlegungen (z.B. Auslastung Baustelleneinrichtung) und grobe Kontrollen. Sie sind jedoch für ein detailliertes Variantenstudium und die laufende Planung und Kontrolle in der Regel nicht dienlich.

Nr.	Text	ME	Menge	Einheitspreis (Fr.)	Betrag (Fr.)	Hauptgruppe	Objekt
A	OBJEKT ALLGEMEINES						
0	Grundstücke				TOTAL	300'000.-	
1	Bauvorbereitung				TOTAL	40'000.-	
7	Umgebung				TOTAL	70'000.-	
9	Honorare				TOTAL	310'000.-	
A	OBJEKT ALLGEMEINES					TOTAL	720'000.-
B	OBJEKT HAUPTSTRASSE						
2	Erdbau, Unterbau						
22	Erd- und Unterbau (ohne kl. Kunstbauten)	m3	51'000	16.-	815'000.-		
227	kleine Kunstbauten	m3	450	475.-	210'000.-		
2	Erdbau, Unterbau	(1'025'000.-/51'000m3=20.10/m3)			TOTAL	1'025'000.-	
3	Rohbau, Oberbau						
35	Oberbau						
351	Uebergangs- und Fundationsschicht (ohne Reinplanie)	m3	9'400	34.-	316'000.-		
	Reinplanie	m2	13'000	4.50	60'000.-		
352	Entwässerung Oberbau	m	1'100	107.-	120'000.-		
354	Belagsabschlüsse	m	800	75.-	60'000.-		
355	Belag	m2	13'000	18.-	234'000.-		
3	Rohbau, Oberbau	(790'000.-/13'000m2=60.80/m2)			TOTAL	790'000.-	
4	Installationen, Transportanl.						
45	Entwässerungs-, Transport- und grosse Werkleitungen	m	5'500	23.50	130'000.-		
4	Installationen, Transportanl.				TOTAL	130'000.-	
5	Ausbau						
52	Ausbau Tiefbauten	m	1'300	42.50	55'000.-		
5	Ausbau				TOTAL	55'000.-	
B	OBJEKT HAUPTSTRASSE	(2'000'000.-/620m=3226.-/m)				TOTAL	2'000'000.-
C	OBJEKT NEBENSTRASSE	m	190	2000.-		TOTAL	380'000.-
	PROJEKT ORTSZUFAHRT	(3'100'000.-/620m=5000.-/m)				TOTAL	3'100'000.-

Bild 13: Beispiel zur im Detaillierungsgrad gestaffelten Kostenermittlung

Die **Begriffe**, die in Kostengliederungen verwendet werden, sollen logisch aufgebaut, mit Attributen leicht kombinierbar und in andere Sprachen **übersetzbar** sein. Diese Anforderung ist schwerlich in Uebereinstimmung mit verschiedenen, in der Praxis oft verwendeten Ausdrücken zu bringen. Im *Bild 14* sind die im Konzept verwendeten Begriffe zusammen mit ihren Uebersetzungen und approximativen Synonymen aufgelistet.

deutsch	français	english
Verkehrsnetz, Teil der Wirtschaft Strasse, Route, Linie, Strecke	réseau de traffic, secteur de l'économie route, itinéraire, ligne, tronçon	traffic network, sector of economy road, line
PROJEKT, Bauvorhaben, Abschnitt (bauliche Anlage) Objektgruppe, Teilprojekt	projet, projet de construction, section (aménagement) groupe d'objets, sous-projet	project, construction project, section (constructed facility) object group, sub-project
OBJEKT, Bauwerk, Bauobjekt Teilobjekt, Bauwerksbereich	objet, ouvrage, construction sous-objet, secteur de l'ouvrage	construction object, building, structure sub-object, sector of facility
TEILSYSTEM, "Arbeitsgattung", Elementgruppe	sous-système, catégorie de traveaux, groupe d'éléments	subsystem, "trade", element group
ELEMENT, Berechnungselement, Komponente	élément, unité technique, composante	element, construction element, component
POSITION, Leistungsposition	article	item, line item, work item
EINSATZMITTEL - Personal - Material - Inventar - Fremdleistungen	ressources - personnel - matériaux - inventaire - prestations de tiers	resources - staff - material - inventory - subcontracts

Bild 14: Hierarchische Begriffe und ihre Uebersetzungen und approximativen Synonyme

Zu beachten ist schliesslich, dass jede der vorstehend beschriebenen Ebenen a) - e) in mehrere **Zwischenebenen** unterteilt werden kann, z.B.:

a) Objektgruppen, **Objekte**, Teilobjekte

b) Teilsystemgruppen, **Teilsysteme**, Komponentengruppen

c) Elementgruppen, **Elemente**, Berechnungselemente

d) Unterabschnitt, **Hauptpositionen**, Unterpositionen

e) Einsatzmittelgruppen, **Einsatzmittel**, Einsatzmittelteile

In den folgenden Kapiteln dieses Berichts werden nun die einzelnen Ebenen (exkl. Ebene e, die hier nicht weiter zu untersuchen ist) mehr im Detail besprochen. Die Standard-Gliederungen und die Beispiele dazu sind im Teil II des Berichts dargestellt.

2.4 Entwicklung und Darstellung von Katalog-Leistungseinheiten

Katalog-Leistungseinheiten kommen entsprechend dem soeben vorgestellten Konzept auf **allen Ebenen** der Kostengliederung vor. Ein grosser Teil davon existiert bereits in Form von Datenbanken, Katalogen und firmeneigenen Erfahrungswerten und Beispielen:

- Auf der Ebene der **Objekte** existiert zwar kein Katalog von Standard-Bauwerken, jedoch ist z.B. im Hochbau eine Sammlung typischer ausgeführter Objekte mit systematischen Leistungsbeschrieben und Kostenangaben ("Baukostendaten" des CRB) vorhanden. Dazu kommen Beispiele und Erfahrungszahlen (Objekt-Kennwerte wie Fr./m3 umbauter Raum) bei Bauherren, Ingenieuren und Architekten.
- Die Ebene der **Teilsysteme** ist einerseits in ähnlicher Form wie diejenige der Objekte vorhanden, indem dort z.B. angegeben ist, welche Heizungsanlagen inbegriffen sind und wieviel sie insgesamt bzw. pro m3 kosten, oder welcher Strassenbelag enthalten ist und wieviel er insgesamt bzw. pro m2 kostet (kombinierte Standard-Leistungseinheiten, siehe *Bild 13*). Andererseits können Kennwerte zur Bestimmung von Teilsystemkosten benützt werden (z.B. Fr./t Stahlbaukonstruktion oder Fr./m3 Stahlbeton).
- Auf der Ebene der **Elemente** erarbeitet das CRB in den "Baukostendaten"eine sehr nützliche, laufend wachsende Sammlung von Berechnungselementen, die aus Positionen des NPK zusammengesetzt und kostenmässig berechnet werden.
- Eine sehr grosse Zahl von Katalog-**Positionen** ist in den NPK von CRB, VSS und SIA enthalten. Diese Kataloge wurden im Rahmen des NPK Bau 2000 vereinheitlicht und werden nochmals stark ausgebaut.
- Die Standard-Kalkulationen der Faktoranteile der **Einsatzmittel** werden durch die Unternehmerverbände bearbeitet. So geben z.B. der SBV und die Verbände der Installationsbranche periodisch aktuelle Standard-Kalkulationswerke heraus.

Es geht in diesem Bericht nicht darum, die Entwicklung und Darstellung der Katalogwerke genauer zu untersuchen. Die Kostengliederungen und insbesondere ihre Anwendung ist jedoch von den darin verwendeten Leistungseinheiten, insbesondere ihrem prinzipiellen **Aufbau**, abhängig. Deshalb wird hier kurz darauf eingegangen.

Die **wichtigsten Bestandteile** einer Katalog-Leistungseinheit sind im *Bild 15* angegeben, ein einfaches Beispiel ist im *Bild 16* dargestellt.

Allgemein können verschiedene Stufen von Angaben unterschieden werden, z.B.

- maximal mögliche Angaben
  (z.B. max. Inhalt des Datenfeldes, der gespeichert und weiterverarbeitet werden kann; ist evt. flexibel)
- minimal nötige Angaben
  (z.B. min. Inhalt des Datenfeldes zur Uebertragung zwischen Projektbeteiligten; im *Bild 15* sind dies I und P).

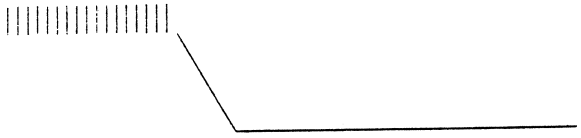
I	Identifikation: Nr. oder Referenzcode, Titel
H	Beschreibung der Hauptleistung (z.B. Material, evt. Produkt, Abmessungen, spez. Gewicht, evt. branchen- und projektspezifische Rahmenbedingungen, Hinweise auf Normen)
N	Eingerechnete Nebenleistungen (z.B. inkl. 0.1 m/m2 Fugendichtung, Wiederinstandstellung, Abtransport auf Deponie 0-15 km)
	evt. Skizze, Plan, Muster
Mengeneinheit evt. angenommene Menge (Etappengrösse)	E
Einheitspreis = Preis der Katalog-Leistungseinheit	P

Bild 15: Darstellung der Katalog-Leistungseinheiten

Die **Anforderungen** an die Beschreibungen der Katalog-Leistungseinheiten (insbesondere der Standard-Objekte, -Teilsysteme und -Elemente) sind je nach der Komplexität ihres Aufbaus recht unterschiedlich. Oft sind Skizzen, Pläne oder Muster als Bestandteil der Leistungsdefinition zweckmässig.

102 Baugrubenaushub

Transport, Deponie Unternehmer t = 250 cm



.03 Mit Auflad und Abtransport zur Deponie

Unternehmer, inkl. Deponiegebühren.

Transportdistanz 15 km

Baugrubentiefe bis 250 cm

pro m3 Fr. 27.20

Bild 16: Beispiel einfache Katalog-Leistungseinheit

Die **Beschreibung der Hauptleistung** (H) kann auf zwei Arten erfolgen (*Bild 17*):

- einfach
  (wie im *Bild 16*)
- kombiniert
  (die Katalog-Leistungseinheit wird aus bestimmten Standard-Mengen von bestimmten Leistungen der nächsttieferen oder evt. noch detaillierteren Ebenen zusammengesetzt, z.B. Berechnungselemente des CRB, wie im *Bild 18*).

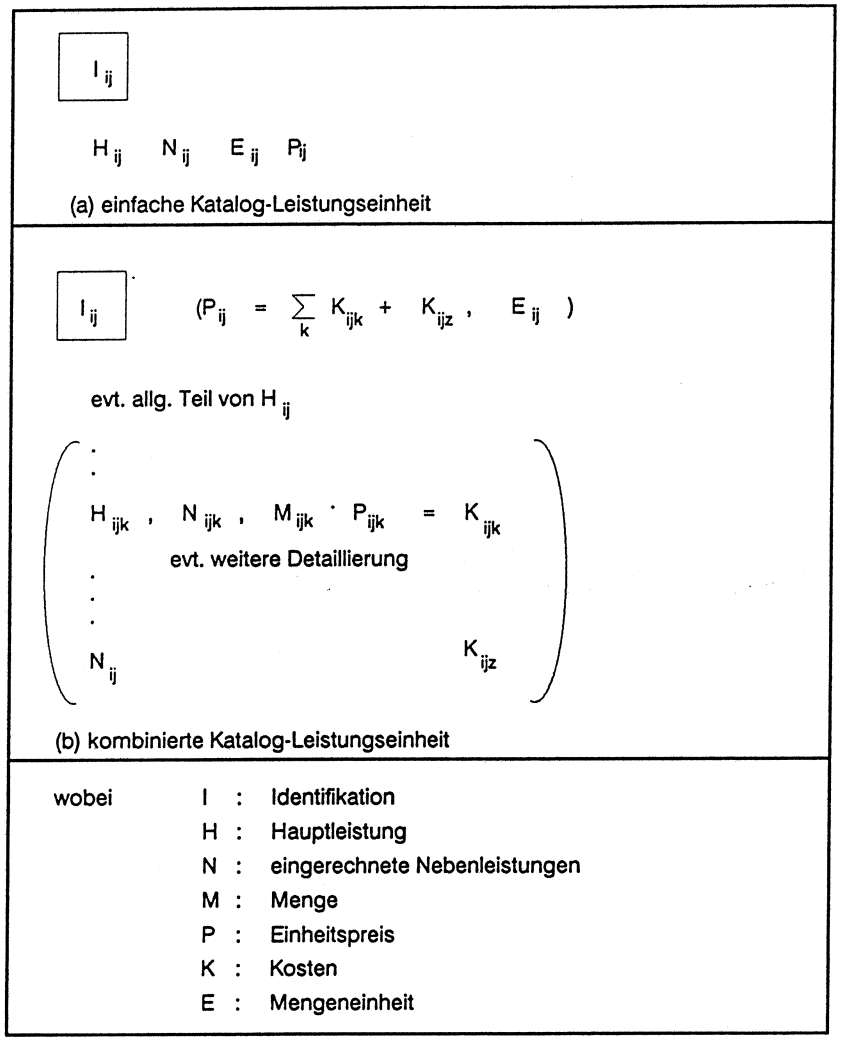


Bild 17: Arten der Beschreibung der Hauptleistungen

Die Entwicklung von kombinierten Katalog-Leistungseinheiten ermöglicht es, die zugehörigen Einheitspreise nicht

- statistisch
  (Mittelwert von Einheitspreisen aus der Praxis)

sondern

- rechnerisch
  (Kalkulation aus Standard-Aufbau und Einheitspreisen tieferer Ebenen)

zu erfassen. So können z.B.

- ein Katalog-Einheitspreis pro m2 Brücke aus dem Aufbau der Standard-Brücke (Teilsysteme, Elemente) und den Katalog-Einheitspreisen für die Elemente (z.B. Anzahl m Pfeiler/m2 Brücke, Anzahl m3 Pfeiler Stahlbeton/m Pfeiler, Einheitspreis/m3 Pfeiler Stahlbeton)
- ein Katalog-Einheitspreis pro m3 Brückenpfeiler aus dem Aufbau des Standard-Pfeilers (Hauptpositionen, Zuschläge) und den Katalog-Einheitspreisen für die Positionen (z.B. Anzahl m2 Schalung/m3 Pfeiler, Anzahl kg Armierungsstahl/m3 Pfeiler, Anzahl m3 Beton/m3 Pfeiler, Einheitspreise für Schalung, Armierungsstahl und Beton)
- ein Katalog-Einheitspreis pro kg Brückenpfeilerarmierung aus der Standard-Kombination der Einsatzmittelmengen (Material, Lohn- und Inventarstunden, Fremdleistungen) und den Katalog-Einheitspreisen für die Einsatzmittel

berechnet werden. Dabei spielen preisunabhängige **Mengen-Verhältnisse** (z.B. Anzahl m2 Schalung/m3 Pfeiler) eine wichtige Rolle. Zur Aufrechterhaltung einer aktuellen Datenbank ist dann lediglich noch die Ermittlung der aktuellen Marktpreise auf der tiefsten Ebene des Standard-Leistungs-Systems (z.B. Löhne, Material) nötig, solange der technische Aufbau nicht ändert und die Gewinnmargen in der Leistungskette als konstant angenommen werden können. Nach Aenderungen auf dieser Ebene sind die betroffenen übergeordneten Standard-Leistungseinheiten neu zu berechnen. Eine Kontrolle der Marktpreise für die Katalog-Leistungseinheiten auf den oberen Ebenen ist also von Zeit zu Zeit vorzunehmen.

102	Baugrubenaushub				
.03	Transport Depot Unternehmer t = 250 cm			per m3	27.20
	AUFBAU DES BERECHNUNGSELEMENTES				
	Erdarbeiten **********				
	Aushub				
	Aushub in offener Baugrube Ausmass: fest Aufgeladen, eben, bis 250 cm	m3	1	4.20	4.20
	Transporte				
	Deponie Unternehmer Transportdistanz 15 km Ausmass: Transportmittel	m3	1.150	16.00	18.40
	Vergütungen				
	Deponiegebühren Aushubmaterial	m3	1.150	4.00	4.60
	Berechnungselement total				27.20

Bild 18: Beispiel kombinierte Katalog-Leistungseinheit (CRB)

Die **eingerechneten Nebenleistungen** stellen eine Art "Zuschlagskalkulation" dar. Diese Leistungen sollen in quantitativer Form angegeben werden, z.B. sind

. 70'000.- Fr. Umgebungskosten pro Objekt
. 12.5 % Honorare auf den Hauptgruppen 1 ... 7
. 0.1 m Fugendichtung pro m2 Stützmauer
. 0.50 Fr. Nebenarbeiten pro m3 Aushub
. 2 % Wiederinstandstellungskosten

eingerechnet. Durch die Einführung der eingerechneten Nebenleistungen kann die Komplexität der Kostengliederung ganz beträchtlich reduziert werden. Eine **hauptsächliche** Zuordnung kann in der hierarchischen Kostengliederung angegeben werden. Sie wird ergänzt durch den Hinweis auf die eingerechneten Nebenleistungen. Beispielsweise findet man die Fassade primär unter "Gebäudehülle" und sieht dann, dass dabei in der Regel auch noch Abdichtungsarbeiten (mit einem relativ bescheidenen Kostenanteil) vorkommen. Die sekundäre Auskunft, wo überall Fugenarbeiten vorkommen, kann man nötigenfalls über eine weitere Hierarchie (*Bild 8*) generieren lassen. Verengt man den Blickwinkel auf die Fassaden-Abdichtung als Element der Fassade, so kommt z.B. als Hinweis auf die eingerechneten Nebenarbeiten vor, dass einige Kranzüge als Fremdleistung eingeschlossen sind.

Die Katalog-Leistungseinheiten sind auf allen Ebenen in der Hauptsache als physische Gegenstände mit einer bestimmten Mengeneinheit definiert. Wie bereits erwähnt, können auch weitere Kriterien auf einer Ebene berücksichtigt werden. Dies vor allem auch mit Blick auf die erforderliche **Vollständigkeit** der Kostengliederung (Checklisten-Funktion). So kann z.B. ein **Uebergangs-Objekt** ("Allgemeines") für alle Leistungseinheiten definiert werden, die nicht einem einzelnen physischen Objekt, sondern dem Projekt, zugeordnet werden sollen (z.B. Luftbild-Aufnahmen, Wettbewerbskosten), oder ein **Transport-Element** kann auf der Elementebene zwecks einer transparenteren Kostenberechnung für Aushub-Elemente eingeführt werden.

Sowohl in der Beschreibung der Hauptleistungen wie bei den eingerechneten Nebenleistungen kommen **quantitative Angaben** vor. Diese können formuliert werden in Form von

- fixen Grössen (z.B. Dicke 15 cm)
- fixen Bereichen (z.B. Transport 5-10 km)
- als Variable (z.B. Antriebsmotor Typ ....).

Dementsprechend unterscheidet man **fixe** Katalog-Leistungseinheiten und Katalog-Leistungseinheiten mit **Variablen**. Die Angabe eines Einheitspreises ist nur für fixe Katalog-Leistungseinheiten möglich.

Die **Entwicklung** von neuen Katalog-Leistungseinheiten (z.B. Elemente für den Tiefbau, Normpositionen-Kataloge) kann nicht auf einen Schlag erfolgen. Man wird sich zuerst auf wichtige, häufige und serienmässige Leistungen konzentrieren. Die Sammlung bzw. Datenbank der Katalog-Leistungseinheiten kann jedoch **nie vollständig** und **nie völlig aktuell** sein. Sie muss deshalb dynamisch, nämlich offen und nachführbar, sein, und der Benützer muss bei praktisch jedem Bauvorhaben mehr oder weniger Anpassungen und Ergänzungen dazufügen. Aber er hat einen Grundstock, der die Zuverlässigkeit beträchtlich erhöht und Arbeit spart. Neue Katalog-Leistungseinheiten können z.B. in Fachzeitschriften publiziert (z.B. "Werk, Bauen + Wohnen", "Strasse und Verkehr") bzw. mit den jährlich neu gelieferten "Baukostendaten" zugänglich gemacht werden.

3. GLIEDERUNG VON PROJEKTEN IN OBJEKTE

3.1 Zweck

Jedes Projekt und jede bestehende bauliche Anlage (Strasse, grosser Tunnel oder Bahnhof) stellt ein mehr oder weniger komplexes Neben- und Ineinander von zum Teil verschiedenartigsten Baukörpern dar. Ein Beispiel für diese Problemstellung und eine entsprechende Liste von Objekten ist im *Bild 19* dargestellt. Um einen guten Ueberblick über ein Projekt zu ermöglichen, muss das Projekt abgegrenzt (z.B. Nationalstrassenabschnitt, Ortsumfahrung) und in geeignete Projektteile zerlegt werden. Solche "Teile" werden als Objekte bezeichnet und werden in den einzelnen Phasen im Projektablauf als Einheiten behandelt. Je komplexer ein Bauprojekt ist, desto mehr Objekte müssen unterschieden werden. Die Projektgliederung muss so gewählt sein, dass sie allen Projektbeteiligten (Bauherr, Projektierende, Ausführende) gleichermassen dienen kann. Damit eine entsprechende Wahl getroffen werden kann, braucht es Kriterien, anhand derer die verschiedenen Ebenen und Einheiten festgelegt werden können.

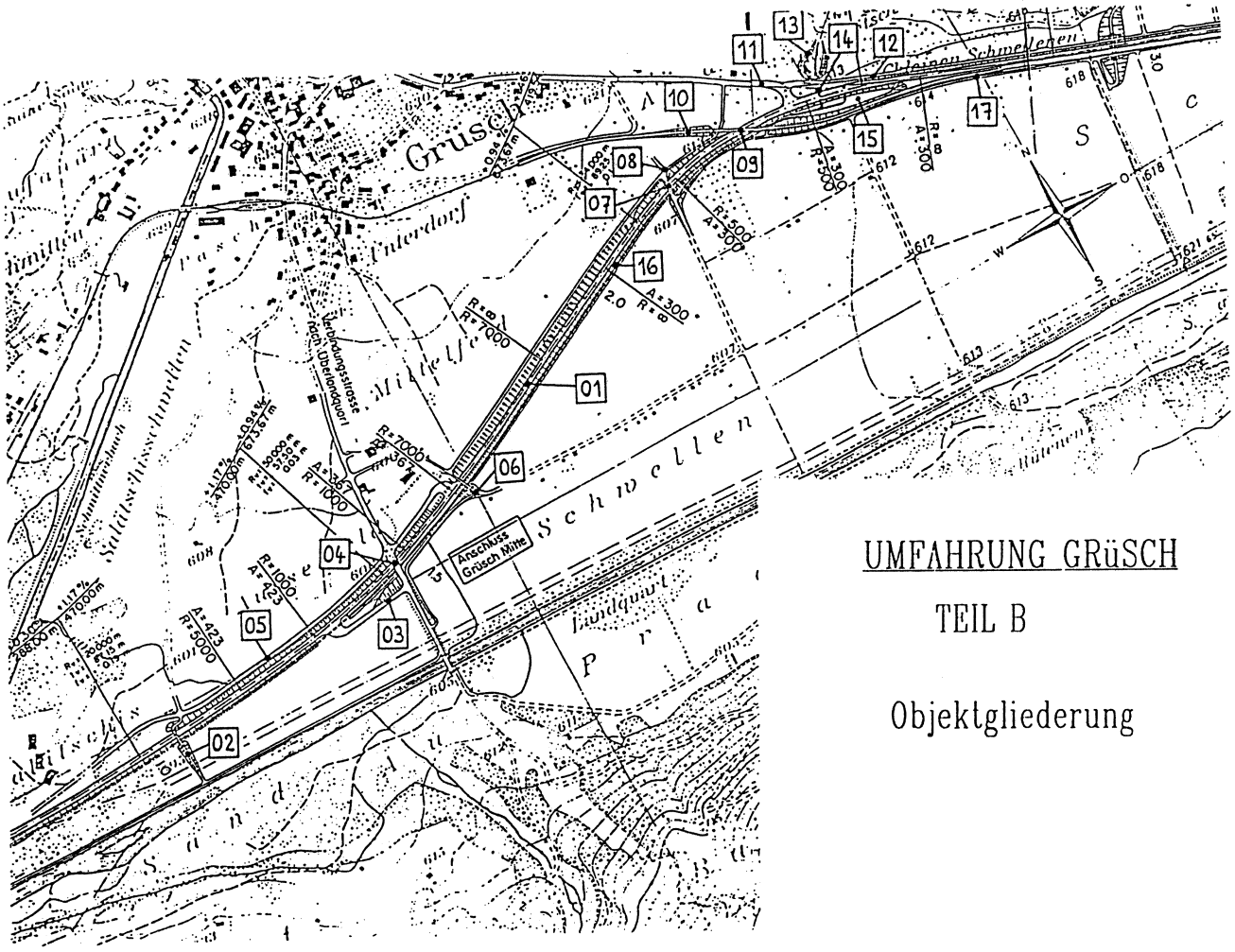


Bild 19: Umfahrung Grüsch, Teil B (a) Situationsplan

Nr.	Typ	Text	Abgrenzungen
00	U	UEBERGANGSOBJEKT	- Objektübergreifende Elemente über ganzes Baulos - Landerwerb/Rechte - Erschliessung - Finanzierung - Honorare - etc.
01	T	TRASSE PRAETTIGAUSTRASSE	- Alle Elemente des Trasses der Hauptstrasse
02	K	UEBERFUERUHG SALAETSCHIS	- Brücke inkl. Widerlager und Flügelmauern - Rampe Nord bis Kreuzung mit Verbindungsstrasse Salätschis - Grüsch-Mitte - Rampe Süd bis Wuhrweg an der Landquart
03	T	ANSCHLUSS GRUESCH-MITTE	- Auf- und Abfahrtsschleifen Berg- und Talspur - Zufahrtsstrasse von Grüsch - Verbindungsstrasse nach Ueberlandquart
04	K	UEBERFUEHRUNG UEBERLANDQUART	- Brücke und Widerlager inkl. Flügelmauern bei Anschluss Grüsch-Mitte
05	T	GEMEINDESTRASSE SALAETSCHIS - GRUESCH-MITTE	- Nebenstrasse Salätschis - Grüsch-Mitte parallel Hauptstrasse
06	K	UEBERFUEHRUNG FLURWEG GRUESCH-MITTE	- Brücke und Widerlager inkl. Flügelmauern - Rampen Nord und Süd des Flurweges - Flurweg (Süd) entlang Schwellibach
07	K	UEBERFUEHRUNG ROSSGASSE	- Brücke und Widerlager inkl. Flügelmauern
08	T	VERLEGUNG ROSSGASSE	- Rampe Nord Süd für Ueberführung - Trasse Rossgasse bis Einmündung in alte Kantonsstrasse
09	K	UEBERFUEHRUNG RhB	- Brücke und Widerlager inkl. Flügelmauern
10	T	VERLEGUNG RhB	- Trasse mit Dämmen
11	T	ANSCHLUSS MUNDADITSCH	- Ausbau alte Strasse Grüsch - Schiers mit Verkehrsteilern und Einmündung in Prättigaustr.
12	T	LOKALSTRASSE GRUESCH-SCHIERS	- Nebenstrasse parallel Hauptstrasse
13	K	GESCHIEBEFANG FANASERBACH	
14	K	DURCHLASS FANASERBACH	- Durchlass unter Hauptstrasse
15	K	RETENTIONSBECKEN FANASERBACH	- Retentionsbecken mit Nebenanlagen
16	T	NEUBAU SCHWELLIBACH	- Gerinne inkl. Kunstbauten
17	T	FLURWEG MUNDADITSCH SUED	- Flurweg entlang Schwellibach bis Losgrenze

(b) Gliederung in Objekte, mit Abgrenzungen

Bild 19: Umfahrung Grüsch, Teil B

Gliederungskriterien

Zwar bleibt es jedem Projektleiter selbst überlassen, wie er "sein" Projekt gliedern will, um den Ueberblick zu behalten. Es erscheint jedoch vernünftig, durch verschiedene Kriterien einen Anhaltspunkt dafür zu geben. Die einzelnen Kriterien können aber nicht gleichzeitig gelten. Vielmehr soll ein hauptsächliches Kriterium im Vordergrund stehen, daneben helfen andere Anhaltspunkte mit, Abgrenzungsprobleme zu lösen und weniger wichtige, besondere Kostenteile einzubeziehen.

- **Physische/örtliche/geometrische Gliederung**

  Durch eine räumliche Gliederung soll ein Projekt in seine Bestandteile zerlegt werden. Die Einheiten sind räumlich und geometrisch genau abgrenzbare Baukörper. Es handelt sich hier also vorwiegend um mehr oder weniger freistehende Bauwerke (z.B. Brücke, Stollen) oder einzelne Abschnitte von Linienbaustellen (z.B. Trassestück). Diese Gliederung ist auch die hauptsächliche Basis von CADD-Daten und Dokumenten.

- **Gliederung nach Nutzungsfunktionen**

  Eine nutzungsorientierte Abgrenzung hat zum Zweck, dass Teile eines Projektes, welche einer bestimmten Nutzungsart dienen, als eigene Einheit betrachtet werden können. Einzelne Objekte können Voraussetzung für das Bauen sein (z.B. Zufahrt), andere können vorzeitig in Betrieb genommen werden (z.B. Teileröffnung).

- **Zeitliche Abgrenzung, Termine**

  Allfällige zeitliche Meilensteine können als terminliche Grenzen in einem Projektgliederungssystem eine Bedeutung erlangen. Die Unterteilung in Projektierungs- und Ausführungsetappen (z.B. Lose, Bauphasen) kann zur Aufteilung in verschiedene Objekte führen. Ganz besonders in der Koordination der Projektierung und der Bautätigkeit mit übergeordneten Zielen und in Betrieb stehenden Anlagen zeigt sich, dass der Faktor Zeit für die Gliederung eine nicht unbedeutende Rolle spielt.

- **Rechtliche und finanzielle Aspekte**

  Eine gute Projektgliederung sollte auch rechtliche und finanzielle Aspekte berücksichtigen. Für ein ganzes Projekt werden verschiedene Arten von Bewilligungen einzuholen sein. Eine entsprechende Gliederung des Projektes erlaubt eine klare Zuordnung und Abgrenzung für die Erfordernisse und den Gültigkeitsbereich solcher Bewilligungen.

  Die Art der Finanzierung eines Bauvorhabens und allfällige Mitwirkungsrechte bei Entscheiden können gewisse Ansprüche an die Projektgliederung stellen, welche im Interesse einer reibungslosen Abwicklung auch berücksichtigt werden sollten (z.B. Mitbeteiligung von Gemeinden bzw. Privaten an bestimmten Objekten, objektbezogene Kostenteiler). Unterschiedliche Subventionsansätze verlangen ebenfalls eine passende Gliederung des Projektes und damit der Kosten.

- **Organisatorische Aspekte**

  In den Phasen, die ein Projekt durchläuft, sind auch verschiedene Organisationen (Bauherr, Projektierende, Ausführende, Betreiber ...) unterschiedlich miteinbezogen. Eine klare Gliederung und Abgrenzung innerhalb und unter den Organisationen ist deshalb nötig, um eine rationelle Zusammenarbeit erst zu ermöglichen. Durch die Abgrenzung der Zuständigkeiten und Pflichten (Verträge, Stellenbeschreibungen, Pflichtenhefte usw.) für einzelne Objekte und Teilsysteme können die Verantwortlichen eindeutig bestimmt werden. Da sich die Zusammensetzung der Projektorganisation mit der Zeit ändert, müssen auch die Uebergänge (= zeitliche Grenzen) von einem Zustand zum anderen geregelt sein.

Damit sind die Kriterien für eine grobe Projekt-Gliederung dargestellt. Nun sind auf der Ebene der Objekte

- die verschiedenen in der Praxis vorkommenden baulichen Anlagen und Objekte (z.B. Primarschulhaus, einspurige Eisenbahnbrücke, Hangsicherung, Vertikalschacht) in einem **Katalog** von Anlagen- und Objektarten zu klassifizieren
- die Katalog-Objekte bzw. Objekteinheiten (z.B. 1 m Standard-Hauptstrasse oder 1 m3 Standard-Restaurant) zu definieren, zu beschreiben, mit Kostenberechnungen zu versehen und für interessierte Fachleute zugänglich zu machen.

Es ist jedoch nicht das Ziel dieses Berichts, auf diesem Gebiet eingehende Untersuchungen anzustellen. Die Betonung liegt vielmehr auf den weiter unter behandelten Ebenen der Teilsysteme und Elemente.

3.2 Anlagen- und Objektkatalog

Es **existiert** bereits eine ganze Reihe von solchen Katalogen, insbesondere zum Zweck der Inventarisierung und Ueberwachung bestehender baulicher Anlagen, aber auch zur Festlegung der Projektierungs- und Bauleitungs-Schwierigkeitsgrade und für die Erhebung von Statistiken, z.B.

- Bauwerkarten in den LHO des SIA 102, 103, 108
- Strassen- und Objektverzeichnisse des Bundesamts für Strassenbau
- Objektarten, die im Kontenplan für die Nationalstrassen und für deren baulichen Unterhalt und Erneuerung enthalten sind
- Anlagenkontenplan der SBB
- Bauwerkartenkatalog des Amts für Bundesbauten
- Bauobjekt-Code des Bundesamts für Konjunkturfragen
- BRD/SfB-System (hochbauorientiert)
- Entwürfe für die BDS.

Im Anhang **A2** ist das von der **SBB** heute verwendete **Verzeichnis der Anlagenarten** wiedergegeben. Es wird zur technischen Gliederung, zur Bewertung bestehender Anlagen und zur Gliederung von Kostenvoranschlägen verwendet. Enthalten sind alle Immobilien, aber auch die Mobilien inkl. Rollmaterial. Zur Bewertung werden die Objektmengen mit einem Wiederbeschaffungspreis pro Mengeneinheit multipliziert. Das grundlegende Schema der Kostenermittlung von Kapitel 2 dieses Berichts findet also Anwendung auf der Objektebene. Im allgemeinen gibt das Verzeichnis eine recht anschauliche Uebersicht über die bestehenden Anlagen. Speziell (und problematisch) ist, dass die Projektierungs- und Baunebenkosten sowie die Grundstücke und Rechte nicht den baulichen Anlagen bzw. Objekten zugeordnet werden. Ebenso werden spezielle Betriebsausstattungen als "Objekte" bzw. "Anlagen" behandelt, statt als Teilsysteme oder Elemente. Aus der Sicht der Baukostenplanung und -kontrolle ist die Gliederung bezüglich der Bedeutung der Objekte (z.B. Tunnels) unausgewogen und deshalb in der vorliegenden Form nicht zu diesem Zweck verwendbar.

Der wichtigste Punkt eines Anlagen- und Objektkatalogs sind auch hier die **Kriterien** der Gliederung. Um eine solche Einteilung vornehmen zu können, muss der Anwender entweder über sauber definierte Kriterien verfügen, oder aber muss er eine Liste haben, nach der die überwiegende Mehrheit der Anlagen und Objekte zu klassifizieren ist. Eine Gliederung, sei es nun für Objektarten oder nur

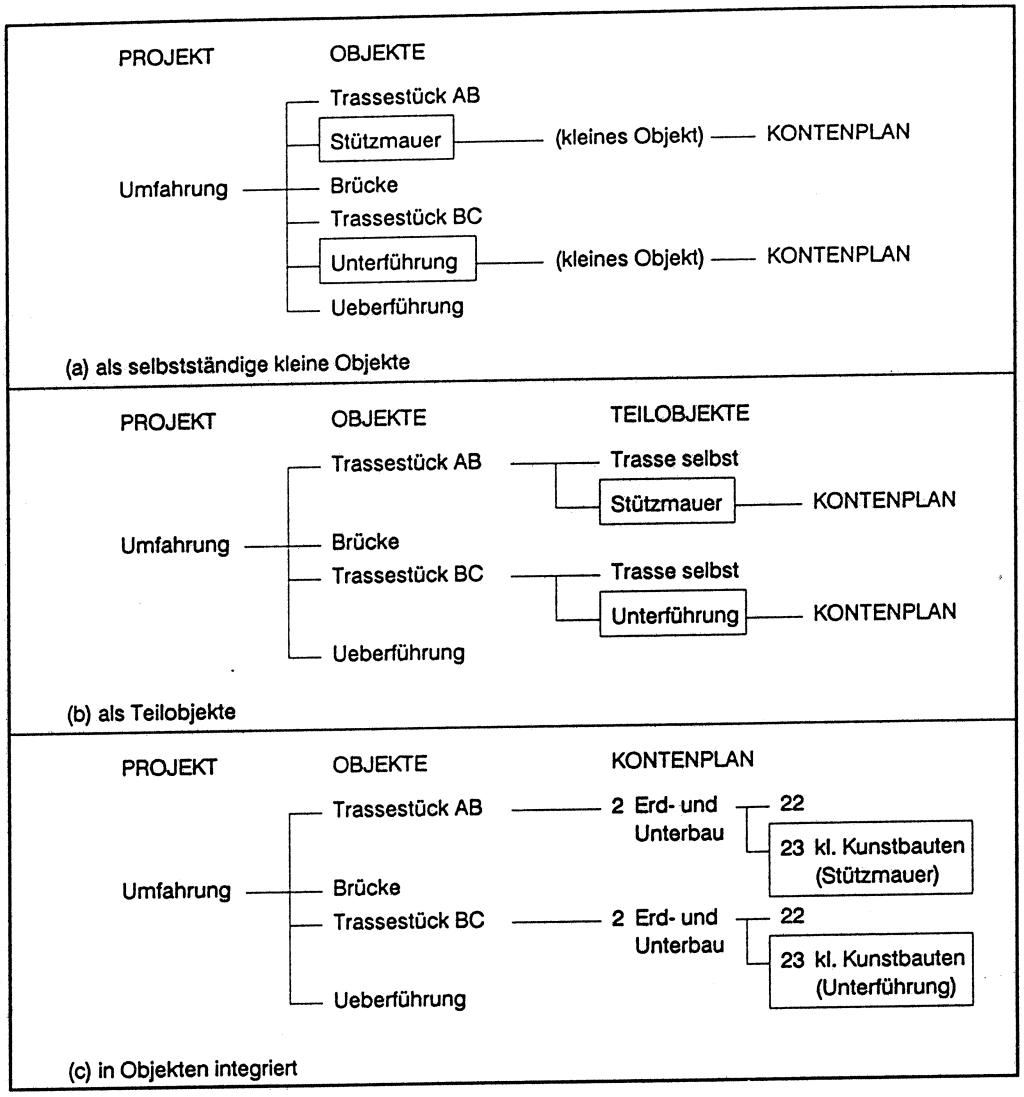


Bild 20: Varianten für die Einordnung kleiner Objekte

Im *Bild 20* sind Alternativen für eine führungsmässig und für die Auftragserteilung besser geeignete Aufteilung dargestellt: Unterteilung in Teilobjekte bzw. Einbeziehen kleiner Bauwerke in die Objekte. Im Baukosten-Kontenplan für ein Objekt (siehe Kapitel 4) wird für **kleine Bauwerke** Platz vorgesehen, z.B. 13 Provisorien, 23 kleine Kunstbauten im Trassebau, 712/722/732 Kleine Bauwerke in der Umgebung. Diese bei den Objekten eingerechneten "Nebenleistungen" (analog *Bild 15*) sind in der Regel nach Teilsystemen unterteilt. In einem Objekt können **mehrere** kleine Bauwerke auftreten (z.B. zwei Stützmauern und ein Durchlass). Die Aufteilung der Leistungen auf die einzelnen kleinen Bauwerke kann in der Mengenzusammenstellung gezeigt werden (wie beim NPK Bau 2000).

Die Idee, **Nebenleistungen** mit Hauptleistungen zu verknüpfen (*Bild 21*), kann auch auf der Objekt-Ebene realisiert werden, wie das Beispiel im *Bild 7a* zeigt: Zum Objekt "Trasse Objekt B" werden der entsprechende Landerwerb, die Vorbereitungs- und Umgebungsarbeiten sowie die Honorare dazugeschlagen, womit die Gesamtkosten des Objekts berechnet sind.

Ein nicht unbedeutendes Problem bei komplexeren baulichen Anlagen ist die **Bezeichnung und Numerierung der Anlageteile**. Im *Bild 22* ist ein systematisches Schema für die Anlagen-Numerierung angegeben. Es kann im konkreten Fall durch folgende Massnahmen vereinfacht werden:

- die Objekte werden durchnumeriert, und es wird eine Liste geführt, welche Objekte von welchem Typ sind
- die Anzahl Ebenen und Stellen wird zulasten der Allgemeingültigkeit verkleinert.

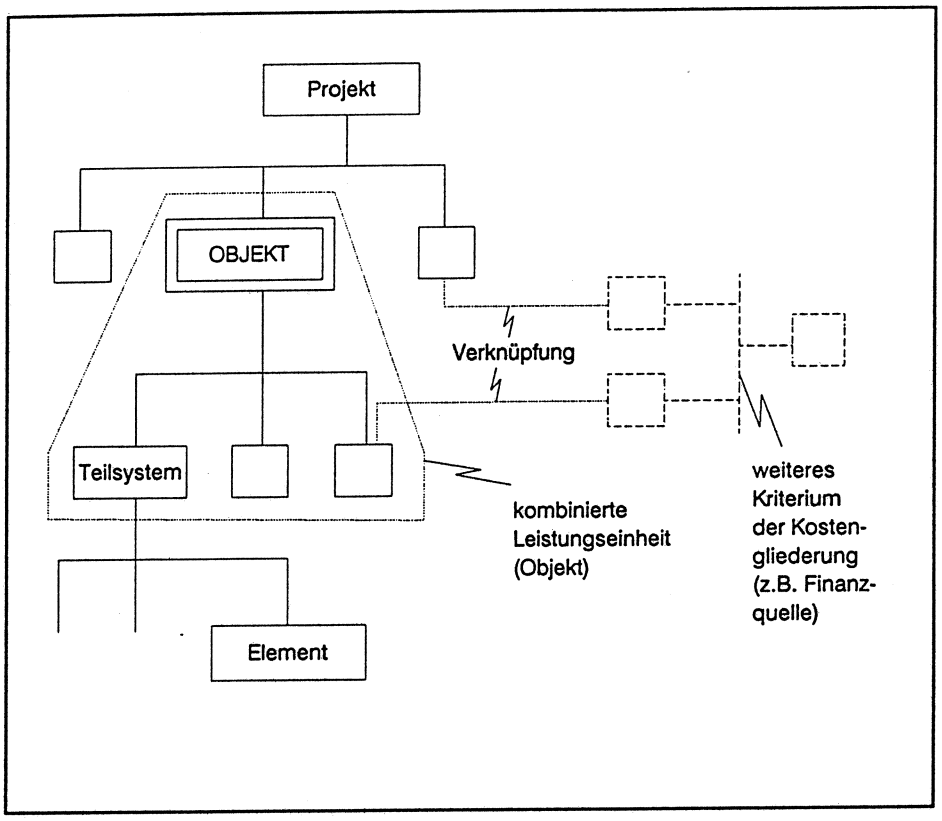


Bild 21: Kostengliederung auf Objektebene

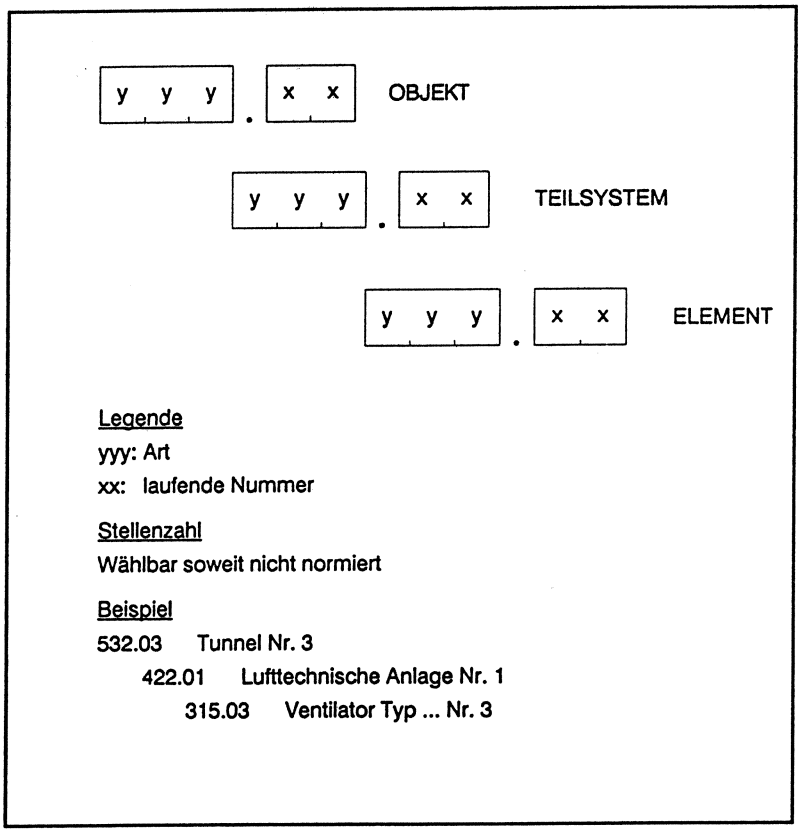


Bild 22: Schema für die Anlagen-Numerierung

Das Beispiel im *Bild 22* würde sich z.B. vereinfachen in 12-4231.03, statt 532.03-422.01-315.03.

Ein **durchgehendes Beispiel** für die Gliederung praktischer Projekte im Objekte ist im **Anhang F1** dargestellt: die Umfahrung des Ortes Strada im Unterengadin. Auch bei den weiteren Beispielen im **Anhang F** werden Aufteilungen nach Objekten vorgenommen.

3.4 Katalog-Leistungseinheiten

Die Katalog-Leistungseinheiten auf Objekt-Ebene ermöglichen eine rasche Schätzung der Grössenordnung der Baukosten. Sie werden explizit oder implizit sehr häufig verwendet. Hinter jedem m3-, m2- und m-Preis für Gebäude, Brücken, Strassen und Tunnels muss eine **technische Leistungseinheit** (*Bild 15*) stehen, die für eben diesen Einheitspreis erstellt werden könnte. Beim Leistungsbeschrieb ist darauf zu achten, dass wichtige Kosteneinflussgrössen auch wirklich erfasst werden. So sind z.B. bei einem Gebäude der angenommene Ausbau, bei einer Brücke die eingerechnete Unterkonstruktion, bei einem Tunnel die vorausgesetzte Ausbruchklasse anzugeben. Häufig werden allerdings kombinierte Leistungseinheiten (*Bild 7*) verwendet (d.h. es werden Art und Kostenanteile, evt. auch die Mengen der nächsttieferen Ebene, hier der Teilsysteme, angegeben). Mindestens aber werden vom Durchschnitt abweichende oder untypische Kostenteile **gesondert** erfasst und berücksichtigt. Wichtig ist, dass für Nicht-Fachleute über solche Kennwerte zwar einfache "Kostenberechnungen" möglich sind, die dazugehörige **Beurteilung** jedoch Fachkenntnisse über die Voraussetzungen der Berechnung und die speziellen Verhältnisse des Projekts bedingt. Klar muss auch gesagt sein, dass die Berechnung grob und mit der entsprechenden **Ungenauigkeit** behaftet ist.

Ein ähnlicher Weg besteht darin, **realisierte Objekte** zu beschreiben und den zugehörigen Gesamtpreis bzw. den Preisaufbau zu erfassen. Dies wird für den Hochbau in den "Werkmaterialien", die auch in den "Baukostendaten" des CRB aufgeführt sind, durchgeführt. Im Tiefbau bestehen ähnliche Auswertungen bei verschiedenen Tiefbauämtern und privaten Ingenieurbüros. Die CRB-"Baukostendaten" erscheinen jährlich. Sie sollten durch ähnliche Daten aus dem Tiefbau ergänzt und preislich auch mit dem gewählten Index aufgerechnet angegeben werden.

Werden nun die Kosten eines neuen Bauvorhabens geschätzt, so ist dieses zunächst anhand der obenstehenden Kriterien in Objekte zu **gliedern**. Eine geeignete Gliederung in Objekte hat sich in praktischen Anwendungen als eine ausserordentlich wirksame Komponente der Kostenübersicht und Kostenbeherrschung erwiesen (siehe z.B. Anhang F1 Umfahrung Strada). Dann sind die erhältlichen Katalog- oder Erfahrungs-Objektdaten zusammenzustellen (z.B. in ähnlicher Form wie beim Preisspiegel auf der Positions-Ebene) und auf die neue Situation **anzupassen** (*Bild 9*). Es handelt sich dabei um Anpassungen an

- aktuelle Preise (z.B. Index)
- örtliche Verhältnisse (z.B. Fundation)
- regionale Bedingungen (z.B. Preise)
- technische Varianten (z.B. anderer Oberbau als in der Standard-Leistungseinheit bzw. beim Erfahrungsobjekt)
- andere Leistungsmenge (z.B. Wiederholungen)
- etc.

Dieses Verfahren wird später auch bei tieferen Ebenen der Kostengliederung verwendet, allerdings in der Regel je weniger häufig, desto tiefer die Ebene. Auf der Ebene der Positionen werden z.T. nur noch die Hauptpositionen angepasst, während bei untergeordneten Positionen die Standard-Kalkulation eingesetzt wird.

3.5 Weitere Aspekte

Jedes Projekt lässt sich als Teil **übergeordneter Systeme oder Programme** darstellen. Ein Abschnitt einer Nationalstrasse ist zum Beispiel ein Bestandteil einer Nationalstrasse im übergeordneten Nationalstrassennetz (*Bild 14*). Eine Produktionshalle ist ebenso ein Teil eines ganzen Industriebetriebes, wie ein Geschäfts- und Wohnhaus z.B. zu einem ganzen Platz und einem Stadtquartier gehört.

Für private Bauherren sind Bauprojekte als Investitionen im Rahmen einer geschäftlichen Tätigkeit zu sehen, weshalb auch die Baukosten der Objekte bzw. Teilsysteme oder sogar Elemente in die **Anlagenrechnung des betreffenden Unternehmens** einzubeziehen sind. Im Betrieb sind auch **organisatorische** Zuordnungen der Objekte vorhanden, die auch für die Kosten im Projektablauf wichtig sein können. Die Objekte, Teilsysteme und Elemente werden unter Umständen für Betrieb und Unterhalt anders zugeordnet als für die Projektierung und Ausführung. Um Lebenszykluskosten zu berechnen, kann allenfalls eine zweite Hierarchie nach Benützern oder Nutzungseinheiten zum Zuge kommen.

Schliesslich ist die **Finanzierung** ein wichtiges weiteres Kriterium neben der primären, physischen Aufteilung der Projekte in Objekte. Die Kosten der Objekte werden z.B. aufgrund von Nutzungsvorteilen bzw. Verursacherkriterien verschiedenen Finanzquellen bzw. Bezahlenden zugeordnet (*Bild 21*). Dabei werden manchmal Verteilschlüssel verwendet, d.h. jeder bezahlt einen bestimmten Anteil am Objekt. Diese Aufteilung ist durchaus machbar. Die Anteile, welche die verschiedenen Beteiligten zu übernehmen haben, können z.T. auf Teilsysteme oder Objektteile bezogen werden (z.B. bezahlt die öffentliche Hand aus Heimatschutzgründen einen Betrag an die Fassade).

4. BAUKOSTEN - KONTENPLAN

4.1 Zweck

Die Frage, ob verschiedene Objektarten mit demselben Baukosten-Kontenplan behandelt werden können, oder ob es für das Bauwesen mehrere verschiedenartige Kontenpläne braucht, beschäftigte die Fachgremien mehrmals in den letzten drei Jahrzehnten. Dieselbe Frage stellte sich auch für die Normpositionen-Kataloge. Während die Normpositionen-Kataloge im Rahmen der **CRB/VSS-Koordinationsgruppe** unter dasselbe einfache Konzept (5) gebracht werden konnten, ist ein einheitlicher Kontenplan (Gemeinsame Kostengliederung) nach vielen stark einengenden Bedingungen von Seiten des Hochbaus zwar zustande gekommen (4), aber dann wegen der Reaktion einer Anwendergruppe aus dem Hochbau auf eine gezielte Fragenbogenaktion wieder fallengelassen worden. Damit steht der Tiefbau trotz langer Bemühungen noch ohne allgemeinen Kontenplan da.

Als nächster Schritt wurde versucht, die Gemeinsame Kostengliederung durch eine **Elementkostengliederung** mit einstelligen, gemeinsamen oder bauherrenspezifischen Zusammenfassungen zu ersetzen. Dies hat zu einer Lösung (Anhang C3) geführt, die für den Tiefbau nicht als Kontenplan verwendet werden kann und auch im Hochbau den BKP kaum ersetzen wird. Ein heikler Punkt am nun bestehenden System für den Hochbau ist, dass **drei Gliederungen** (BKP, EKG, NPK) nebeneinander aufgebaut werden, die auf relativ komplizierte Weise miteinander verknüpft sind. Dadurch sind die Voraussetzungen für eine durchgängige Kostenbeherrschung über den ganzen Projektablauf ungünstig. Ein entscheidender Nachteil des bestehenden BKP selbst ist die unvernünftige Konzentration der Kosten auf die Hauptgruppe 2 "Gebäude" (*Bild 23*).

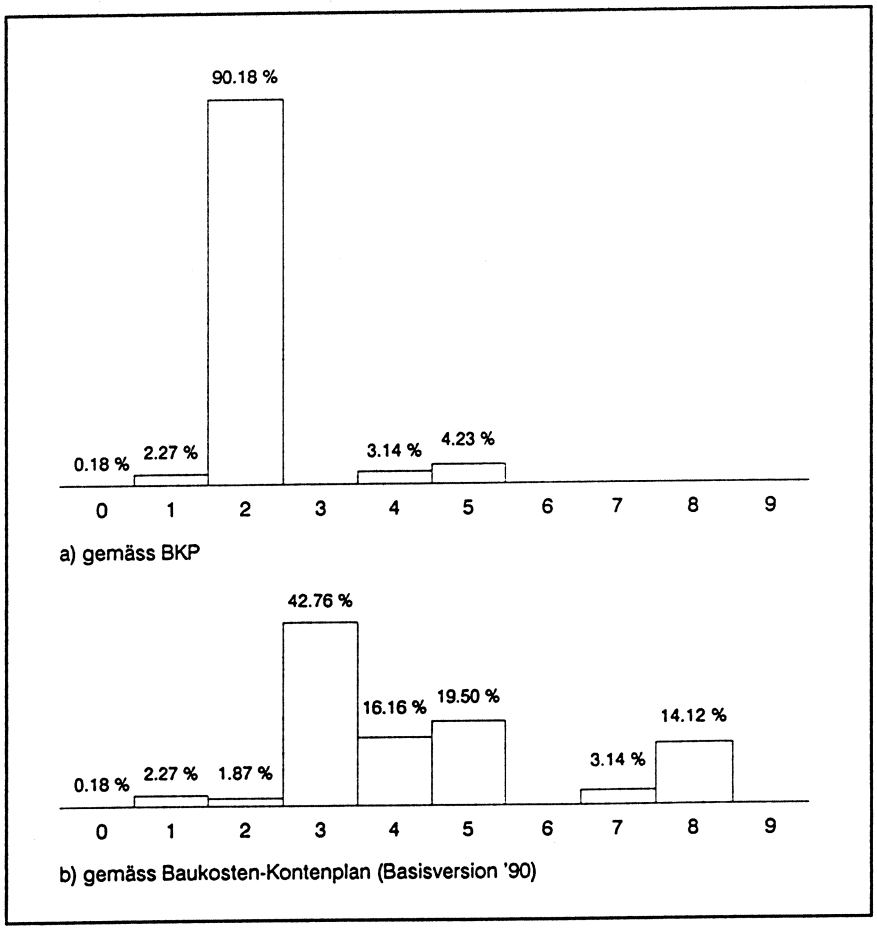


Bild 23: Verteilung der Kostenanteile des Zürcher Indexes für Wohnbaukosten auf die Hauptgruppen

Im **Tiefbau** wird oft die Grobgliederung des NPK für Kostenvoranschläge benützt. Für Nationalstrassen ist der Nationalstrassen-Kontenplan zu benützen, was eine Umverteilung von nach dem NPK gegliederten Kosten erfordert. Der **Rahmenkontenplan für den Nationalstrassenbau** ist eine relativ komplizierte und unausgeglichene Mischung von Objekt- und andern Kostenkonten. Das Bundesamt für Strassenbau hat für den baulichen Unterhalt und die Erneuerung der Nationalstrassen einen einfacheren Kontenplan entwickelt.

Sowohl im Hoch- wie im Tiefbau ist in der Regel eine **Lücke** zwischen der Schätzung der Baukosten (mittels m3-, m2- oder m-Preisen) und dem Kostenvoranschlag (mittels Leistungsverzeichnis) vorhanden, was zu Kostenunsicherheiten, Kostendiskussionen und Umprojektierungen (wenn der Kostenvoranschlag dem Bauherrn als zu hoch erscheint) führen kann. Für Kostenberechnungen während der Projektierung existieren in der Praxis zwar teilweise recht verlässliche aber oft etwas undurchsichtige Erfahrungszahlen, die Ueberraschungen beim KV vermeiden können. Eine anerkannte Methode für **mittelgrobe Kostenberechnungen** (über etwas wie Teilsysteme, Elemente und/oder "Hauptpositionen") wäre jedoch zusätzlich zur Kostengliederung nach Objekten für Kostenermittlungen und Variantenstudien im ganzen Projektablauf sehr erwünscht. Im Hochbau stossen deshalb die "Elementmethode" und die "Baukostendaten" mit ihren Kostenkennwerten und Berechnungselementen in der Praxis auf grosses Interesse.

Die **Zielvorstellung** für die Gemeinsame Kostengliederung, die im Schlussbericht (4) der CRB/VSS-Koordinationsgruppe formuliert wurde, ist noch weitgehend gültig. Aus der Sicht des Tiefbaus soll eine Lösung gefunden werden, die

- über die Projektphasen durchgängig und vertragsfreundlich ist
- eine klare und stabile Zuweisung von Verantwortlichkeiten ermöglicht
- Kosten in übersichtlicher, ausgewogener und aussagekräftiger Form darstellt
- eine rasche, logische, zweck- und situationsbezogene Abstufung der Detaillierung erlaubt
- Flexibilität für Erweiterungen aufweist
- verschiedenen Sparten gerecht wird und gute Voraussetzungen für eine grundsätzliche internationale Anerkennung bietet.

Mit den Kostengliederungen wurden auch Aspekte der **Projektorganisation** und der Zuteilung von Aufgabenbereichen diskutiert. Durch die Kostengliederung sollte jedoch nicht eine bestimmte Projektorganisation vorgeschrieben werden. Es besteht ein allgemeines Interesse an einer klaren Bezeichnung von Verantwortlichkeitsbereichen, die dann der geeigneten Stelle zugewiesen werden können. In diesem Sinne wurde zwischen Betriebsausrüstungen (Zuständigkeit i.d.R. Betrieb) und Gebäudeausstattungen (Zuständigkeit i.d.R. Architekt) unterschieden. Eine flexible Lösung besteht darin, bei jedem Konto des Kontenplans zu entscheiden, wer dafür zuständig ist.

Auch bei der Gliederung der Objektkosten stellt sich wieder die grundlegende Frage, wie weit alle diese Forderungen überhaupt mit einer **einzigen Gliederung** erfüllt werden können. Da auch kaum den einen oder anderen Forderungen objektiv deutlich mehr Priorität zugewiesen werden kann, sind verschiedene Meinungen über einzelne Aspekte dieser Gliederung absolut verständlich.

Nach den gemachten Erfahrungen zeigt sich aber doch, welchen dieser Zielvorstellungen **sicher** Rechnung zu tragen ist:

- Ein Baukosten-Kontenplan als übergeordnete Struktur für Kostenzusammenstellungen für alle Sparten im Hoch- und Tiefbau wird sehr begrüsst.

- Die Kostengliederung als Instrument für eine fachmännische Kostenplanung und -kontrolle bietet vor allem zusammen mit dem Einsatz von EDV ausgezeichnete Möglichkeiten und Erleichterungen in der Arbeit.
- Eine wichtige Voraussetzung wird auch die Anpassungsfähigkeit der Gliederung sein, damit der Anwender auch individuelle Wünsche berücksichtigen kann.

Abschliessend sei noch einmal bemerkt, dass der Kontenplan eine Vielzahl von Anforderungen und Wünschen befriedigen muss und dies mit einer geschickten Anwendung auch tun kann. Einige der möglichen Anwendungen werden im Teil II dieses Berichts vorgestellt, weshalb an dieser Stelle nicht näher darauf eingegangen wird.

4.2 Genereller Aufbau

Die Grundlage für die Anwendung des Kontenplans sind die **Objekte** eines Projektes. Die Kosten sollen hierarchisch, über mehrere Ebenen erfasst und dargestellt werden. Die **oberste** Ebene der Hierarchie sind die Objekte. Die gesamten Projektkosten sind die Summe der Objektkosten.

Grundstück:	Erwerb Grund und Rechte Ver- und Entsorgung des Grundstückes
Bauvorbereitung:	Provisorische Installationen Sicherung und Wasserhaltung Baugrube
Erdbau, Unterbau, Vortrieb:	Kanalisationen Gebäude Schüttung, Auffüllung
Rohbau, Oberbau:	Verkleidung, Gewölbe Tunnel Entwässerung Oberbau Dachkonstruktion Gebäude Fassadenverkleidung Gebäude Dacheindeckung
Installationen:	Heizungsinstallationen Telekommunikation (Schwachstrom)
Ausbau:	Leitschranken und Geländer Bodenbeläge in Gebäuden
Betriebsausstattung:	Lagerausrüstungen, Behälter Transportmittel
Umgebung:	Verkehrserschliessung und Hartflächen Grünflächen und Pflanzen
Übriges:	Besondere Qualitätsprüfungen Finanzierungskosten

Bild 24: Beispiele für Teilsysteme und Elemente auf zwei Ebenen

Bei der Ueberprüfung der Eignung verschiedener Lösungsmöglichkeiten (NPK-Kapitel, Elemente im Sinne der EKG, bestehende Kontenpläne) zeigte sich, dass der Lösungsansatz in der Pilotstudie der VSS (1) grundsätzlich viele Vorteile hat. Der **Baukosten-Kontenplan (Basisversion '90)**, abgekürzt: BK, der im Anhang B1 wiedergegeben ist, erfüllte die Zielsetzungen am besten. Der BK besteht aus den drei Ebenen

- Kostenhauptgruppen (eine Stelle)
- Kostengruppen (zwei Stellen)
- Kostenuntergruppen (drei Stellen).

Der Baukosten-Kontenplan ist mit dem Zusatz "Basisversion '90", versehen worden, weil aus der Erfahrung und aufgrund individueller Wünsche noch Aenderungen und Ergänzungen denkbar sind. Die einzelnen Konten auf allen drei Ebenen können als **Teilsysteme** aufgefasst werden und sind deshalb anschaulich (Beispiele sind im *Bild 24* dargestellt).

Die dreistelligen Konten des BK können auch als **Elemente** oder **Elementgruppen** betrachtet werden. Die genaue Abgrenzung, was für Teile der baulichen Anlage als Teilsysteme und was für Teile als Elemente bzw. Elementgruppen bezeichnet werden, ist nicht entscheidend. Wichtig ist, dass die betreffenden Teile als im allgemeinen physische Einheiten für die Gestaltung, Kostenermittlung, Ausführung, Instandhaltung und für die entsprechende Zuweisung von Verantwortlichkeiten zur Verfügung stehen. Ein Kriterium dafür, dass ein Teil als Element zu betrachten ist, ist die Tatsache, dass es möglich sein muss, ein Element direkt aus Positionen zusammenzusetzen.

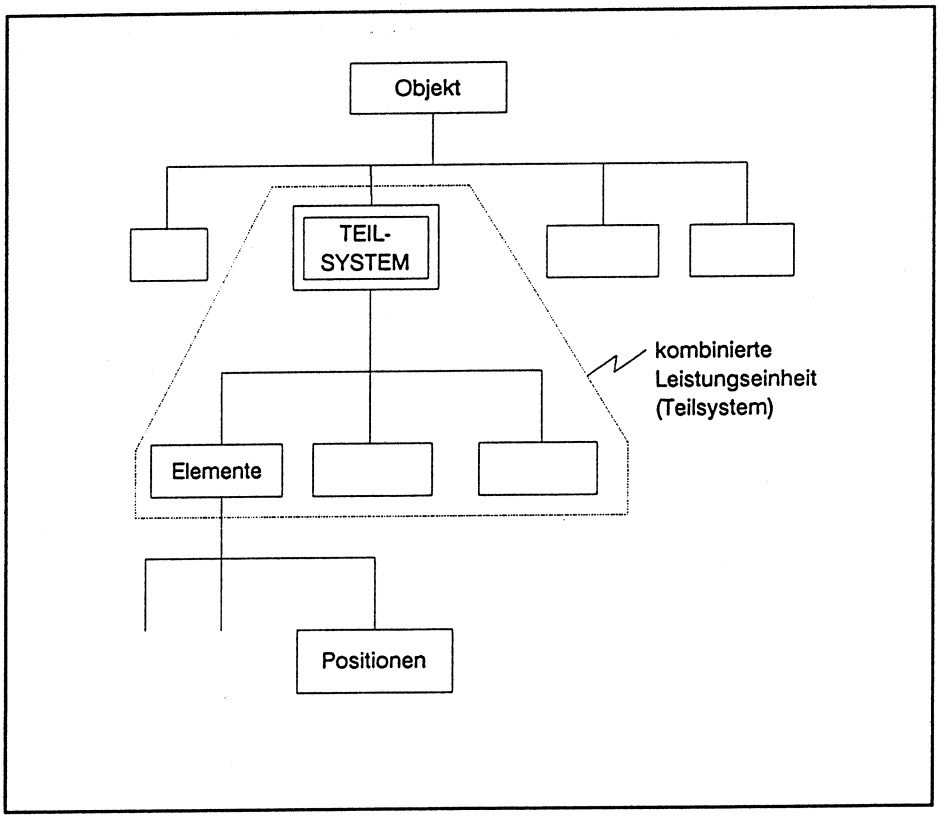


Bild 25: Kostengliederung auf Teilsystem-Ebene

Die Verknüpfungen mit der Elementkostengliederung (EKG) und dem Normpositionen-Katalog (NPK Bau 2000) wurden möglichst einfach gestaltet (siehe Anhang E im Teil II dieses Berichts). Wichtig ist auch, dass sich verschiedene Anforderungen (Provisorien, Werkleitungen, Reservenbewirtschaftung, Gebäudeausstattungen, Honorare) nicht auf der Ebene der Kostenhauptgruppen, aber auf nachgeordneten Ebenen durchaus regeln lassen. Zu beachten ist, dass die ein- und zweistelligen Konten (z.B. Kostengruppe 12) für die **Summation** (und evt. allgemeine Bedingungen) benützt werden. Das Konto 12 ist nicht dasselbe wie das Konto 120. Dies ist übersichtlich und erlaubt eine einfache Programmierung ("Abschneiden" von Stellen als Standard-Summationsfunktion). Beim NPK wird ein anderes Prinzip verwendet. Der vorgeschlagene Kontenplan ermöglicht eine wirksame, durchgängige und effiziente Kostenplanung und -kontrolle. Die **Teilsysteme** der Objekte entsprechen in der Praxis Berufsgebieten, **Fachgebieten**, Gattungen. Die entsprechenden Fachleute nehmen sich der Teilysteme, die aus Elementen zusammengesetzt (*Bild 25*) sind, in Projektierung und Ausführung bzw. Lieferung und Montage an. Damit sind auch die Voraussetzungen für klare, anschauliche Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten in der Projektorganisation gegeben. Die Strukturierung nach Teilsystemen entspricht auch der **Schicht-Technik** im CADD (computer-aided design and drafting). Im *Bild 24* sind Beispiele für solche Teilsysteme dargestellt.

Der allgemeine Aufbau des BK für Hoch- und Tiefbauten entspricht auch dem üblichen **Gestaltungs- und Herstellungsvorgang** für bauliche Anlagen:

- Zuerst werden die **Nutzungsfunktionen** (z.B. Transportarten) und ihre Quantifizierung (z.B. Raumprogramm) erarbeitet.
- Beim konzeptionellen Entwurf werden dann die **Teilsysteme** und die **Objekte**, die dem Nutzungsbedarf genügen und mit der Umgebung zusammenpassen, mit einem Team von Fachleuten gestaltet und aufeinander abgestimmt werden.
- In der Detailprojektierung werden die im konzeptionellen Entwurf vorgesehenen Teilsysteme, **Elemente** und Leistungspositionen durch die entsprechenden Fachleute im Detail entworfen, optimiert und aufeinander abgestimmt.
- Für die Herstellung produzieren und installieren die Unternehmer und Lieferanten die Teilsysteme, Elemente und **Positionen** in der verlangten Qualität und Menge mit optimalen Einsatzmitteln (Produktionsfaktoren).

Dieser Gestaltungs- und Herstellungsvorgang gilt nicht nur für Neubauten, sondern er ist auch auf die **Erneuerung**, den **Umbau** und die **Erweiterung** der Bausubstanz anwendbar. Auch die Wartung und der betriebliche Unterhalt beziehen sich auf die Teilsysteme und ihre Elemente (Komponenten). Auch sie werden durch entsprechende Fachleute betreut.

Die Zuordnung kleiner Bauwerke zu den Objekten wurde im Kapitel 3 (*Bild 20*) gezeigt und diskutiert. Bei den Werkleitungen wird in der Kostengruppe 46 "Einfache Werkleitungen" eine Gruppe von kleinen Teilsystemen zusammengefasst, weil sie oft zusammen geplant und ausgeführt werden und manchmal (z.B. bei Hochbauten) eine relativ geringe Bedeutung haben. Auf der Ebene der Elemente und Teilsysteme wird das hauptsächlich verantwortliche Fachgebiet nicht selten durch **Neben-Fachgebiete** unterstützt (z.B. Betonzusatzmittel für Tragkonstruktionen, Unterhalt von Messgeräten), was wiederum der Struktur des Leistungsbeschriebes im Kapitel 2 (*Bild 15*) entspricht.

Unter den Teilsystemebenen des BK folgen die Elemente (Bauwerkteile), die ihrerseits aus **Positionen** zusammengesetzt sind. Somit wird klar, dass innerhalb der Kostengliederung sowohl die Elemente als auch die Positionen (= Beschriebe der Arbeitsleistungen und Lieferungen, gegliedert im NPK) Platz finden müssen. Der Baukosten-Kontenplan ist also die übergeordnete Gliederung für

Element- und Positionsgliederungen (*Bild 26*). Diese Tatsache wird auch im Schlussbericht über die Gemeinsame Kostengliederung für den Hoch- und Tiefbau festgehalten, ebenso im Schlussbericht zum Konzept NPK 2000 für Hoch- und Tiefbau der CRB/VSS Koordinationsgruppe.

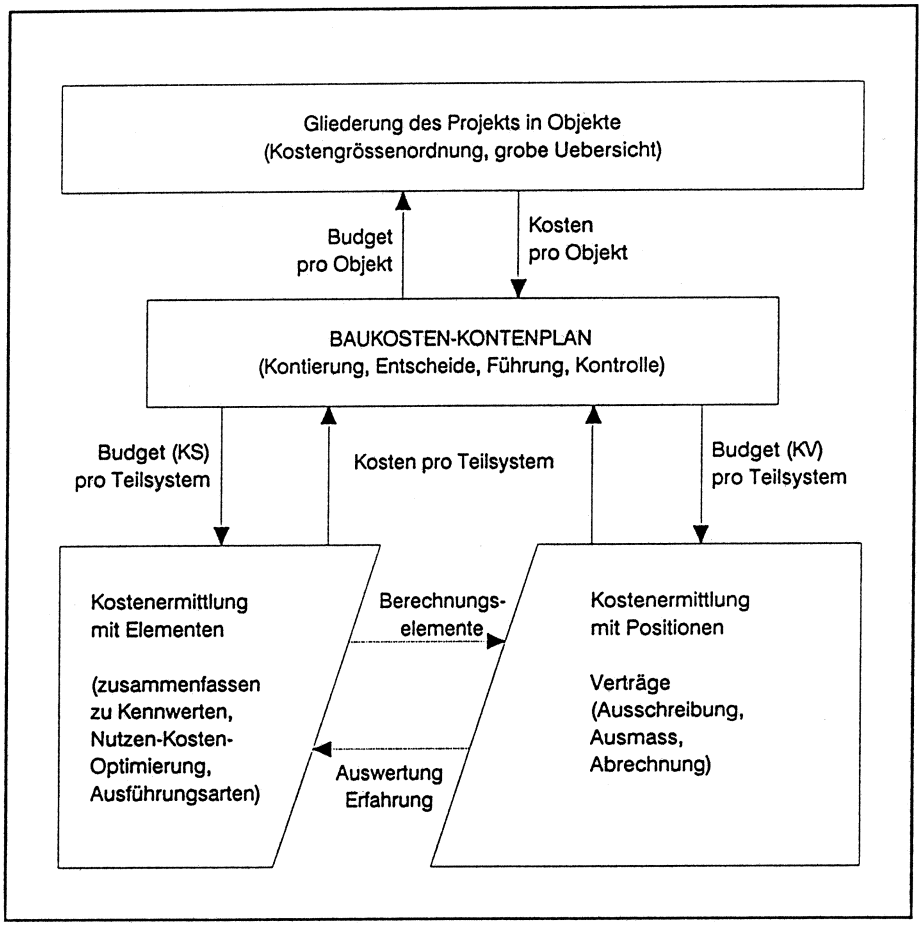


Bild 26: Zusammenhang der Gliederungen

Die **Alternativen** für eine Kostenberechnung zwischen Grobschätzung und detailliertem Kostenvoranschlag sind im *Bild 27* dargestellt. Dabei ist die eigentliche Kostenberechnung und die Grobkontrolle mittels Kennzahlen zu unterscheiden. Für die Kostenberechnung kommt es darauf an, ob

- die betreffenden Leistungsmengen rasch und eindeutig berechnet werden können
- für die betreffenden Leistungseinheiten verlässliche Erfahrungswerte rasch verfügbar sind.

Im allgemeinen dürfte eine **Kostenberechnung** entlang der physischen Projekt-Gliederung wünschbar sein, weil

- diese Kostenberechnungsart transparenter ist (keine undurchsichtigen Mischwerte wie z.B. m3-Preis für den Beton "über alles")
- Kostendifferenzen bei Aenderungen rasch lokalisierbar sind (z.B. Aenderung der Schalungsart beim Flusspfeiler)
- Ausmass und Abrechnung mit Vergleich zum KV sofort nach Fertigstellung des betreffenden Teilsystems ("Arbeitsgattung") bzw. Elementes (Bauwerkteils) möglich sind.

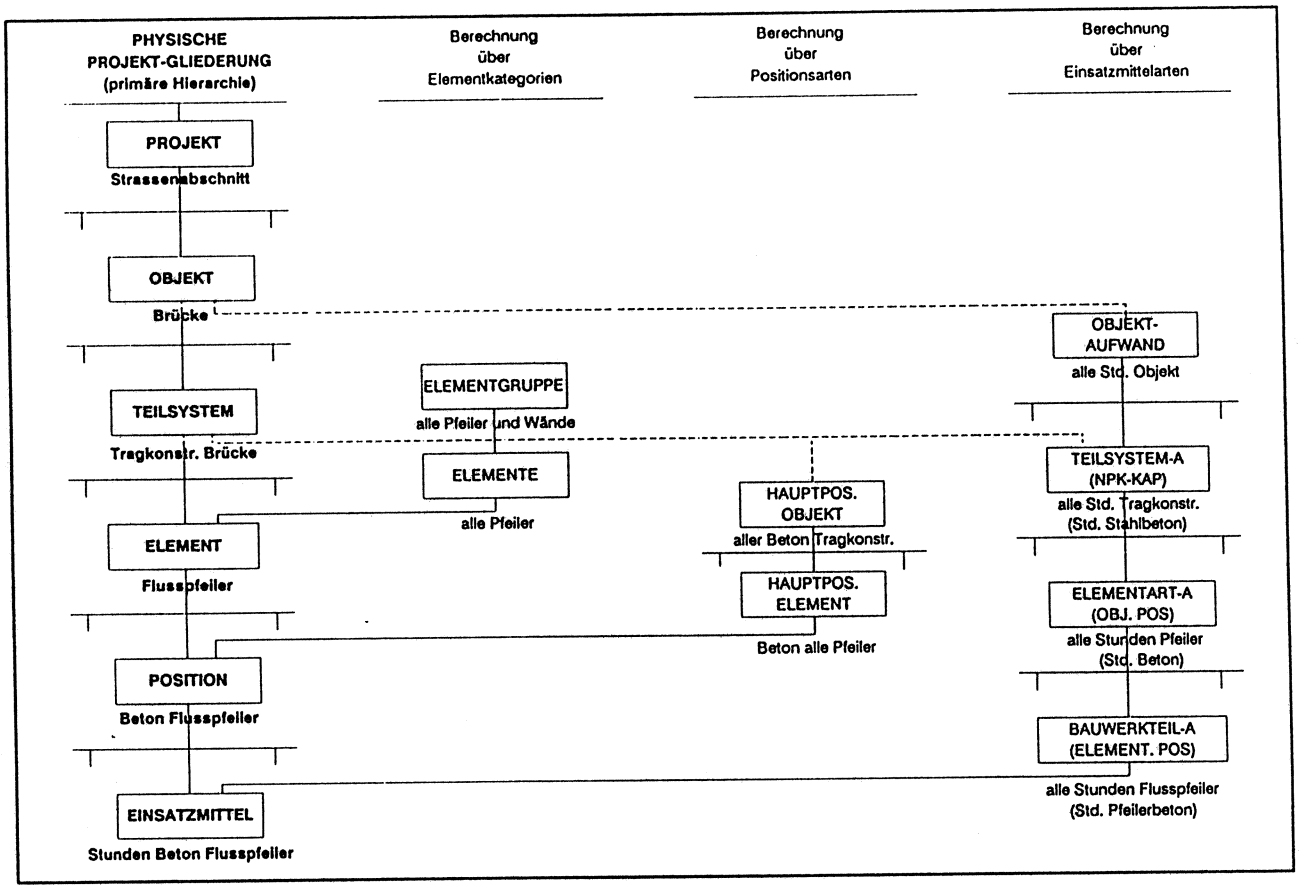


Bild 27: Alternativen für Kostenberechnung

Dabei können Kennwerte aus anderen Kolonnen durchaus nützlich sein (z.B. kann der Flusspfeilerbetonpreis evt. aus dem normalen Pfeilerbetonpreis und Anpassungen an die speziellen Verhältnisse berechnet werden).

Grobe Berechnungen über andere Grössen als diejenigen der primären Hierarchie ("Chefzahlen" wie z.B. Anzahl Leute auf Baustelle x Bauzeit x Lohnkostenansatz) sind für **Kontrollen** nützlich. Obwohl sie bei genügender Erfahrung erstaunlich genaue Resultate liefern können, sind solche groben Berechnungen als Instrument der fachmännischen Kostenplanung und -kontrolle für Bauprojekte jedoch nicht genügend detailliert und verlässlich.

Auf der anderen Seite ist zu beachten, dass mit einem Kontenplan nicht ein unvernünftiger Detaillierungsgrad vorgeschrieben wird. Die Konten sollen nicht eine fixierte Detaillierung für alle Fälle darstellen, sondern einen **Rahmen** für die Darstellung der Kosten. Das heisst, dass z.B. für ein einfaches Teilsystem eine Aufteilung auf zwei Stellen genügt, während ein anderes, kostspieliges und schwieriges Teilsystem sogar noch in Berechnungselemente weiter aufgeteilt wird. Allerdings bleibt dabei auch klar, dass die Kosten stets an dem für sie vorgesehenen Platz bzw. in Reservefenstern anzugeben sind und keine neuen Zuordnungen erfunden werden sollen.

Ein wichtiger Punkt im Aufbau der Gliederung ist die **Gemeinsamkeit für Hoch- und Tiefbau**. Da vor allem im innerstädtischen Bereich Hochbauten immer stärker mit dem Tiefbau in Berührung kommen, bietet ein gemeinsamer Kontenplan wesentliche Vorteile für die Projektbeteiligten jeder Phase des Projektablaufs. Zudem lässt sich Software für Hoch- und Tiefbau nutzen, wenn zumindest nach dem gleichen Konzept gearbeitet wird. Da im Bereich Tiefbau bis heute noch keine allgemeine und

anerkannte Gliederung vorliegt (Ausnahme: Kontenpläne für den Nationalstrassenbau), besteht aus der Sicht des Tiefbaus natürlich ein besonderes Interesse an einem Kontenplan. Die Projektbeteiligten aus dem Hoch- und Tiefbau möchten nicht zu viele branchenfremde oder -neutrale Begriffe übernehmen. Diesem Wunsch wurde Rechnung getragen, indem im Baukosten-Kontenplan **spartenspezifische Kostengruppen** (z.B. 24 Vortrieb) zur Verfügung gestellt werden. Zudem wurden für die früher definierten Bereiche Hochbauten, Trassebauten, Kunstbauten und Untertagbauten (siehe Anhang A3) in den Anhängen B2 bis B6 Auszüge mit den sie betreffenden Konten erstellt.

Vom **Hochbau** her betrachtet liegen die Wünsche teilweise etwas anders. Mit dem BKP (1984) des CRB liegt bereits ein gut eingeführtes Instrument vor. Ausserdem existiert seit ein paar Jahren mit den Baukostendaten eine (planungsorientierte) Elementgliederung, die in jüngster Zeit eine grössere Verbreitung erlangt hat. Auf den ersten Blick scheinen also die Bedürfnisse des Hochbaus mit der bestehenden Situation befriedigt. Einerseits sind aber beim BKP wohlbekannte Nachteile vorhanden (z.B. schlecht auffindbare Leistungen, unlogische Aufteilungen) und andererseits ist die Durchgängigkeit zwischen den Arbeitshilfsmitteln des CRB ungenügend. Es ist wichtig, ständig nach Verbesserungsmöglichkeiten zu suchen und gegebenenfalls auch schon Etabliertes zu verändern. Die Einführung eines gemeinsamen Kontenplans bringt auch beträchtliche Vorteile. Vor allem ist die Chance geboten, mit einer umfassenden Kostengliederung einen Rahmen für **allgemein durchgängige Arbeitsinstrumente** und einen **rationellen Einsatz von Informatikmitteln** (für alle Sparten, für alle Phasen, für alle Projektbeteiligten) zu schaffen.

Der **Durchgängigkeit** zugute kommt die in letzter Zeit deutlicher werdende Tendenz, dass die Kostenermittlung und die Ausschreibung sich in der Methodik zunehmend angleichen, was eigentlich logisch ist.

- Bei der Kostenermittlung nach der Elementmethode wird zunehmend auf Arbeitsgattungen Rücksicht genommen. Elemente werden nicht bunt aus vielen Arbeitsgattungen zusammengesetzt, es werden sogar pro Arbeitsgattung (NPK-Kapitel oder -Abschnitt) Elemente gebildet.
- Bei der Ausschreibung interessiert man sich zunehmend, für welches Element und Teilsystem eine Leistung zu erbringen ist. Die Unternehmer denken nicht nur in Positionen, sondern auch in Bauwerkteilen.

Eine Erfahrungsbildung in Form von Kennzahlen wie z.B. Kosten pro m3 Stahlbeton-Tragkonstruktion für Hochbauten oder Kosten pro m3 Pfeiler (inkl. Schalung, Armierung und Beton) und eine "objektorientierte" Programmierung in der Informatik sind zu beobachten. In neuen NPK-Kapiteln wie z.B. 224 Wald- und Güterstrassen, ist ein teilsystem- und elementorientiertes Ausschreiben festzustellen. Kurz gesagt: Die Ausschreibungen werden elementfreundlicher und die Elemente werden ausschreibungsfreundlicher (artreiner).

4.3 Praktische Zuordnung von Kosten zu den Konten

Ein grosses Hindernis für eine vernünftige Aufteilung in die **Hauptgruppen** war bisher die Anforderung, die Kosten für das ganze "Bauwerk" in der Hauptgruppe 2 zusammenzufassen und mit dieser Zahl den m3-Preis zu berechnen. Der m3-Preis ist jedoch auch mit dem neuen Kontenplan sehr einfach zu berechnen aus der Summe der Kosten der Hauptgruppen 2 .... 5 (Gebäudekosten) dividiert durch die Anzahl m3 nach SIA. Auch die im Nationalstrassenbau bisher übliche Zusammenfassung in Grundstück, Bauausführung und Honorare ist sehr einfach auszurechnen, wenn man die Hauptgruppe 9 anstelle der Gruppe 81 für die Honorare benützt. Solche einfache Rechnungen sollten wirklich kein Hindernis für einen vernünftigen Gebrauch der Kontierungsmöglichkeiten sein.

Um Spielraum für Ergänzungen zu haben, wurde die letzte Zahl 9 auf keiner Ebene benützt. Sie ist das "**Reservefenster**". Zudem wurde bei den dreistelligen Konti dasjenige mit den Endzahl 0 in der Regel nur für "Allgemeines" oder Baustelleneinrichtungen benützt. Uebrige Kosten und Uebergangskonten (Transporte etc.) haben in der Regel die Endzahl 8.

Die Zuordnung der Kosten zu den einzelnen Konten hat sich nicht als besonders problematisch erwiesen, besonders dann, wenn physische Schnittstellen gewählt werden. Die Vergleichbarkeit erleichtert natürlich die Kostenermittlung. Die **Quervergleiche** zwischen verschiedenen Objekten sind manchmal erläuterungsbedürftig, die Gründe für Unterschiede lassen sich jedoch unter Fachleuten in der Regel relativ leicht erklären. Im allgemeinen lohnt es sich nicht, lange über Abgrenzungen zu diskutieren, ein klärender detaillierterer Leistungsbeschrieb führt eher zum Ziel. Ein Kontenplan dient keineswegs nur und nicht einmal hauptsächlich statistischen Zwecken. Es wäre zu aufwendig, die Kosten aller Projekte so aufzuteilen, dass beliebige Anfragen (z.B. wieviel kostet in der Schweiz 1 m Perronkante?) beantwortet werden können. Solche Kennwerte können fallweise gezielt und aktuell erhoben werden.

Unklarheiten bezüglich der Zuordnung ergeben sich am häufigsten bei den **Nebenleistungen**. Gehört z.B. das Bohren und Zuputzen von Oeffnungen für Installationsleitungen zu den betreffenden Installationen (z.B. Sanitär) oder zum Rohbau? Gehört der Grabenaushub zum Erd- und Unterbau oder zur Entwässerung? Beide Lösungen sind möglich, die eine liegt näher beim funktionalen und örtlichen Zusammenhang, die andere näher bei der Fachgebiets- und Vertragsgliederung. Allerdings ist bei solchen Schnittstellen wegen der Mängelhaftung und Koordinationsfragen oft eine Zusammenfassung im Vertrag zu einer integrierten Leistung zu überlegen. In beiden Fällen lohnt es sich, die betreffende Leistung klar auszuweisen und zu lokalisieren. So wird vermieden, dass sie doppelt oder gar nicht berücksichtigt wird, und sie ist leichter zu finden.

Kostenzusammenstellungen und -berechnungen auf Objekt-, Teilsystem- und Elementebene werden im Anhang F für eine repräsentative Reihe von Beispielen mit verschiedenen Objektarten gezeigt. Die in diesem Bericht vorgestellte neue Methode der Kostengliederung erweist sich dabei als verwendungsfreundlich und transparent, sowohl für die Projektierung als auch für die Ausführung von Projekten mit Trasse-, Kunst- und Untertagbauten. Die **Durchgängigkeit der Kostenzuordnung** und damit z.B. eine laufend mögliche Endkostenprognose kann mittels relativ einfacher Massnahmen entscheidend gefördert werden. Beispielsweise sollte konsequent objektweise sowie nach NPK-Kapiteln und allenfalls NPK-Abschnitten gegliedert ausgeschrieben werden, wobei jedoch zusätzlich ein zusammenfassendes Leistungsverzeichnis über mehrere Objekte zum Ausfüllen der Preise abgegeben werden kann, wenn der Unternehmer dieselben Preise für alle Objekte anbieten will. Die Rechnungen sollten grundsätzlich nach Objekten, NPK-Kapiteln und teilweise NPK-Abschnitten gegliedert sein (z.B. Titelblatt mit den entsprechenden Summen).

Zwei im Zusammenhang mit diesem Bericht wichtige Ueberprüfungen waren:

- die Zuordnung der Konten des Rahmenkontenplans für den **Nationalstrassenbau** zum Baukosten-Kontenplan **(Anhang B7)**
- die Zuordnung des Kostenvoranschlags für eine Brücken-Instandstellung zum BK.

In beiden Fällen zeigte sich, dass eine Kostendarstellung mittels des BK ohne Schwierigkeiten möglich und sogar vorteilhaft gewesen wäre.

4.4 Katalog-Leistungseinheiten

Auf den Teilsystem-Ebenen bestehen unseres Wissens keine systematisch gesammelten oder aufbereiteten Katalog-Leistungseinheiten. Im Rahmen der "Werkmaterialien" werden jedoch für die erfassten, realisierten Objekte auch die groben Teilsystem-Kosten der BKP-Hauptgruppe 2 "Gebäude" angegeben.

In der Praxis bestehen allerdings für verschiedene Teilsysteme (vgl. *Bilder 7 und 13*) **Erfahrungswerte**, z.B. Kosten pro m2 Strassenoberbau eines bestimmten Typs, pro m3 Stahlbetontragkonstruktion im Hochbau, pro m2 Fassadenverkleidung oder Dachverkleidung eines bestimmten Typs, pro Heizungseinheit, pro m2 Bodenbelag (Durchschnittspreis für bestimmten Ausbau-Standard), pro m2 Grünfläche und Bepflanzung, usw.

Die Teilsystem-Einheiten können wiederum nicht nur statistisch erfasst, sondern **rechnerisch** aus den zu ihnen gehörigen Elementen aufgebaut werden (*Bild 25*), z.B. 1 m2 Dacheindeckung mit Kieskleb-edach aus Isolation, Schutzschichten und Dacheinfassungen.

4.5 Weitere Aspekte

Eine Anzahl allgemein interessanter Aspekte war im Rahmen der Ausarbeitung des BK genauer zu studieren. Die Kosten der **Baustelleneinrichtung** werden als mengenunabhängiger, aber teilweise zeitabhängiger (Vorhaltezeit) Fixkostenanteil oft gesondert berechnet und angeboten. Die Baustelleneinrichtung kommt bei den heutigen Kostengliederungen auf allen Ebenen vor

- im Objekt (z.B. Kran)
- im Teilsystem (z.B. Lehrgerüst, oder Gerüst für äussere Oberflächenbehandlung, oder Tunnelbohrmaschine)
- im Element (z.B. Baustelleneinrichtung für Ankerarbeiten oder Pfählungsarbeiten)
- in der Position (wenn sie einzurechnen ist).

Trotzdem könnte der Versuch unternommen werden, die Baustelleneinrichtungen im Hoch- und Tiefbau etwas einheitlicher zu behandeln und zu beschreiben.

Eine gemeinsame Untersuchung sollte auch bei den verschiedenen **Werkleitungen und Entwässerungsleitungen** unternommen werden. Einerseits können sie im BK wegen Zuständigkeits- und räumlichen Abgrenzungen an verschiedenen Orten vorkommen (Hauptgruppen 0, 1, 2, 3, 7), andererseits sind sie als einzelne Teilsysteme verbunden. Schliesslich sollen sie, wie die Gebäudeinstallationen, koordiniert geplant, ausgeführt und in Betrieb gesetzt werden.

Vorfabrizierte und an Ort gefertigte Anlageteile sollten in der Kostengliederung nicht primär unterschieden werden. Vorfabrikation gibt es nämlich auf allen Ebenen:

- Objekte (z.B. Normhalle)
- Teilsysteme (z.B. Stahltragkonstruktion)
- Elemente (z.B. Stahlstütze komplett)
- Positionen (z.B. liefern Stahl-Profilträger bearbeitet).

Da hier eine physische Gliederung als primäre Hierarchie verwendet wird, können vorfabrizierte Anlageteile leicht identifiziert und im Leistungsbeschrieb entsprechend spezifiziert werden.

Die **Honorarkosten** werden ebenfalls unterschiedlich zugeordnet

- gesamthaft in einer Hauptgruppe (einzelne grosse Bauherren) oder Gruppe
- aufgeteilt nach Hauptgruppen oder Gruppen
- eingerechnet in Unternehmerleistung.

Im Grunde genommen gehören die Honorare zum Produkt. Von Bedeutung ist hier, dass die Berechnung der honorarberechtigten Bausummen nicht einfach in eine Kostengliederung einzubauen ist (z.B. Unterscheidung von tragenden und nichttragenden Bauwerkteilen). Ebenfalls wäre klar festzulegen, ob die Kostengliederung dem Zweck der **Honorarkostenüberwachung** dienen soll (z.B. Erfassen von Vergütungsarten und Honorar-Nebenkosten) oder ob dieser Zweck mittels einer sekundären Zusammenstellung erreicht werden soll.

Weitere Aspekte sind die **Teuerung** und das **Unvorhergesehene**. Die Teuerung wird

- entweder zentral ausgewiesen
- oder den einzelnen Konten zugeordnet

je nach Verlangen des Bauherrn. Auch beim Unvorhergesehenen kann man unterscheiden zwischen

- zentraler Reservenbewirtschaftung (z.B. in der Gruppe 84)
- Verteilung der Reserven auf die einzelnen Fachgebiete (z.T. unterschiedliche Ansätze je nach Risiko).

Wie bei den Baustelleneinrichtungen und Honoraren wurde im BK versucht, eine flexible Lösung anzubieten, d.h. mehrere Möglichkeiten offen zu lassen, wobei dann der einzelne Bauherr oder die Gesamtleitung eines Projekts weitergehende Weisungen erteilen kann. Teuerung und Unvorhergesehenes sind eigentlich Uebergangskonten, denn unvorhergesehene Kosten und Teuerungen gehören am Schluss zu den Leistungen.

Ein Problem für jeden allgemeinen Kontenplan ist die **Vielfalt** der Objekte im Hoch- und Tiefbau. Gebäude, Brücken, Flussverbauungen usw. können in völlig verschiedener Form und Bauweise erstellt werden (z.B. vorfabriziertes Einfamilienhaus, innerstädtisches Bürogebäude in Deckelbauweise, kirchliches Gemeinschaftszentrum, vorgespannte Freivorbaubrücke, Hängebrücke, Blockwurf, Stahlbetonriegel, etc.). Die Erfahrung mit dem Hochbau-BKP hat jedoch auch gezeigt, dass es in den Sechzigerjahren viele Fachleute nicht für möglich und sinnvoll hielten, einen BKP für die Hochbauten einzuführen. Und bereits in den achtziger Jahren hielten ihn verschiedene Fachleute für unabdingbar, ja nicht mehr veränderbar!

5. ELEMENTGLIEDERUNG

5.1 Zweck

Nach den Teilsystemen sind die **Elemente** die nächstdetailliertere Ebene der Gestaltung und Erstellung von baulichen Anlagen. Auch für diese Ebene sind wieder die Leistungen zu definieren und die Kosten zu berechnen. Dabei soll wieder unterschieden werden zwischen

- Projekt-Elementen (realen Bauwerkteilen)
- Katalog-Elementeinheiten

wie dies in Kapitel 2 dieses Berichts (*Bild 9*) als allgemeine Grundlage vorgestellt wurde.

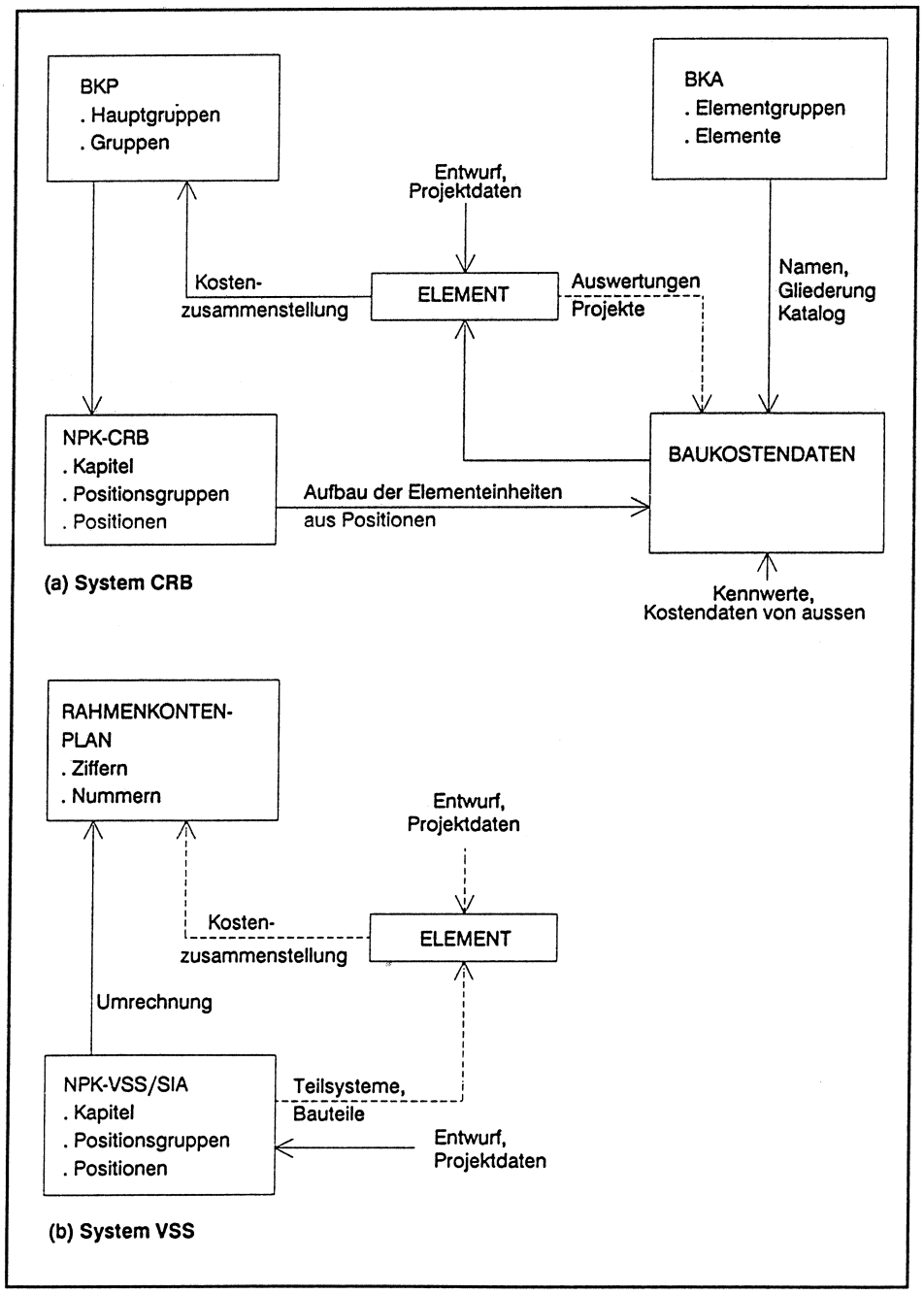


Bild 28: Benützung existierender Systeme

Im **Hochbau** existieren beim CRB als Elementgliederung die "Elementkostengliederung" (EKG), die im Jahr 1990 als Nachfolgerin der "Baukostenanalyse" (BKA) publiziert werden soll, und als jährlich veröffentliche Daten die "Baukostendaten" (*Bild 28*). Die EKG wurde als Kostenermittlungsinstrument für ein frühes Projektierungsstadium (z.B. Vorprojekt) konzipiert, soll aber auch für die weitere Projektierung und Ausführung (z.B. für die Kostenermittlung von Varianten) tauglich sein. Für die praktische Verwendung wichtig sind die "Baukostendaten", bestehend aus einem Katalog von Standard-Leistungseinheiten (Berechnungselemente, Elemente) sowie einer Sammlung von systematisch erfassten, ausgeführten Objekten. Der ausführungsorientiert konzipierte Kontenplan ist der "Baukostenplan" (BKP), welcher die gesamten Baukosten in Gattungen gliedert (z.T. sind es Teilsysteme, Arbeitsgattungen, aber auch Elementarten). Der Uebergang zwischen BKP und EKG wird im Groben angegeben.Ein detaillierter, aber recht komplizerter Zusammenhang ist zwischen den aus Leistungspositionen aufgebauten Berechnungselementen und dem NPK gegeben. Der Hochbauteil des NPK Bau 2000 ist nach Arbeitsgattungen gegliedert. Diese können teilweise ohne weiteres als Teilsysteme bzw. Elemente aufgefasst werden. Der BKP ist dem NPK übergeordnet. Die Verbindung zwischen beiden wird durch einen relativ komplizierten Schlüssel hergestellt.

Im **Tiefbau** existieren hauptsächlich der NPK der VSS (Tiefbau) und des SIA (Untertagbau) sowie der Rahmenkontenplan für die Nationalstrassen (*Bild 28*). Den Kantonen wurde auch ein Kontenplan für den baulichen Unterhalt und die Erneuerung der Nationalstrassen zur Verfügung gestellt. Der NPK ist das bedeutendste Arbeitshilfsmittel im Tiefbau. Er ist teilweise direkt in Teilsysteme und Elemente sowie nach projektspezifisch wählbaren Bauteilen gegliedert, teilweise auch in Arbeitsgattungen im Sinne des CRB. Kostenzusammenstellungen nach der NPK-Gliederung sind auf die Rahmenkontenpläne umzurechnen, ein Schlüssel wird nicht vorgegeben. Im *Bild 28b* ist auch eine Einordnung der Elementgliederung, die durch die Art der existierenden Arbeitshilfsmittel weitgehend vorgezeichnet ist, dargestellt.

Es stellt sich natürlich die Frage, ob das Element-Konzept nicht **auf den Hochbau zugeschnitten** sei und nur dort verwendet werden sollte (z.B. wegen eines grösseren Anteils von montierten Bauwerkteilen und einer geringeren Abhängigkeit von den Bodenverhältnissen). Offensichtlich hat sich aber das Denken in Systemen und Bauwerkteilen, trotz zeitweilig entgegengesetzter Tendenzen im Hochbau, gerade im **Tiefbau** gehalten (z.B. Entwässerungssystem, Norm-Querschnitte und -Bezeichnungen der Bauteile von Strassen und Tunnels, Brückenbau).

Die Elemente werden allgemein als wichtige **Gestaltungs- und Dimensionierungselemente** bei der Projektierung von Neubauten und Umbauten verwendet. Bezüglich der Hilfsmittel für die Kostenermittlung besteht eine Lücke zwischen den groben Kostenberechnungen über Objektvergleiche und -kennzahlen sowie der detaillierten Kostenberechnung über Leistungspositionen. Die Elementmethode wurde vorerst zu stark als Mittel für eine "integrale" Planung gesehen (z.B. Kosten eines Daches mit Tragkonstruktion und Dachhaut inkl. Randabschlüsse und Dachfenster; Kosten einer Decke mit Tragkonstruktion, Unterzugsboden, Bodenbelag, Anstrich und Beleuchtungskörpern). Diese Vermischung von **verschiedenen** Teilsystemen hat bedeutende Nachteile:

- Sie wird den wirklichen Gestaltungs- und Dimensionierungsaufgaben nicht gerecht. Physisch, funktionell, qualitativ und entscheidungsmässig ist z.B. eine Oberflächenbehandlung ein Element. Auch wenn ein Produkt inkl. Oberflächenbehandlung gekauft wird, ist sie separat zu spezifizieren und zu beurteilen.
- Sie erschwert die Kostenermittlung, da Durchschnittswerte verwendet werden, die nur durch die Kostenanteile der Komponenten erklärt werden können. Sie erschwert den Uebergang zur Ausschreibung nach Leistungspositionen.

- Sie ist für die Wartung, die Erneuerung und den Umbau ungeeignet, weil bei dieser Art Bauvorhaben die unterschiedliche Art des Unterhalts, die unterschiedliche Lebensdauer der Bauwerkteile und die Gestaltungsmöglichkeiten mit bestehender Bausubstanz wichtig sind.

Der wichtigste Wunsch wäre, über ein mittelfeines, artreines Arbeitsinstrument (*Bild 29*, siehe auch *Bild 26*) der Kostenermittlung und -kontrolle für **Variantenstudien** von der Projektierung bis zum Projektende (also auch für Projektänderungen) zu verfügen. Gegenüber den Verträgen soll eine möglichst direkte Durchgängigkeit bestehen. Deshalb werden in der **Praxis** des Hochbaus Elemente pro **Arbeitsgattung** definiert (im Gegensatz zu den z.T. nicht artreinen Elementen des CRB).

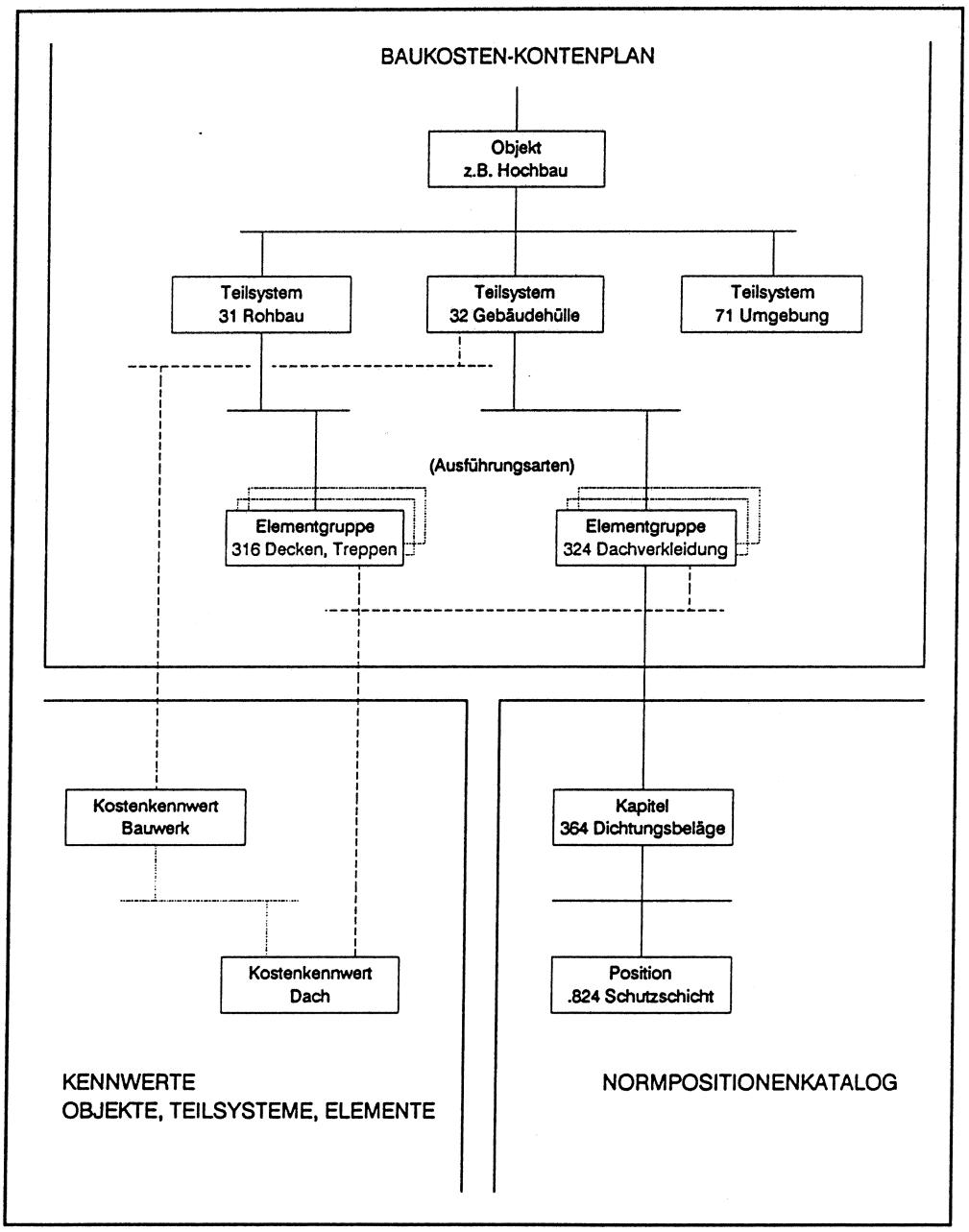


Bild 29: Verwendung der Arbeitsmittel

Im folgenden werden die Verwendungszwecke der Elemente für einige wichtige Aktivitäten im Projektablauf dargestellt:

Kostenschätzung

Auch mit wenig detaillierten Angaben zum Projekt soll eine rationelle Ermittlung der zu erwartenden Kosten möglich sein. Dabei sind nicht nur die absoluten Kostengrössen und ihre Struktur und Vollständigkeit von Interesse, sondern auch ihre möglichst geringe Streuung.

Anforderungen:

- einfache, klar beschreibbare, wesentliche Objekte, Teilsysteme und Elementgruppen
- rasch zu erfassende Mengen
- geringe Streuung der Kosten pro Mengeneinheit
- einfach erhältliche Kostendaten.

Kostenvoranschlag, Devisierung, Ausschreibung

Um ein Element und die darin enthaltenen Leistungen zu definieren, muss sein Aufbau aus Normpositionen bekannt sein. Daher sind in einem vollständig nach Teilsystemen und Elementen gegliederten Objekt die wesentlichen NPK-Positionen nach Art und Menge bekannt. Somit sollte eine geeignete Software für jedes dieser Objekte einen Kostenvoranschlag und ein Leistungsverzeichnis nach NPK zumindest als Arbeitsentwurf automatisch erstellen können.

Anforderungen:

- klare Verknüpfung Elementgliederung - NPK
- relativ rasch zu erfassende Mengen
- NPK mit Fixpositionen und Richtpreisen.

Kosten-Management

Beurteilen und Entscheiden sind wichtige Funktionen des Managements. Als Grundlage dient Information (im Speziellen auch solche über Kosten und die sie verursachenden Leistungen). Diese Information soll in möglichst geringer Menge die Entscheidungssituation möglichst klar darstellen.

Viele kostenrelevante Entscheide fallen auf der Element-Ebene (z.B. Wahl Fassadentyp für das Erdgeschoss, Brücke mit längeren Spannweiten sowie weniger und anderen Stützen). Daher sollte während der gesamten Projektdauer aktuelle Kosteninformation auf den Ebenen der Elemente verfügbar sein.

Im weiteren sollten die Auswirkungen von Entscheidungen auf der Ausschreibungs- und Vertragsebene (Teilsysteme und Elementgruppen) ohne weiteres und unverzüglich nachgeführt werden können (z.B. Bestimmung Mehr-/Minderausmasse in den Vertragspositionen, Aenderungen der Baustelleneinrichtung, Nachtragsofferten, Finanzierungsmöglichkeiten aus KV).

Anforderungen:

- Einfache und klare Zuordnung von der Elementgliederung zum Baukosten-Kontenplan
- Elementgliederung für Aenderungen und Ergänzungen auch während Ausführung tauglich
- zeitliche und entscheidungsbezogene Abgrenzbarkeit der Teilsysteme und Elemente im Projektablauf

- einfache und klare Verknüpfung der Teilsysteme und Elemente mit dem NPK und den Verträgen.

Auswertung, Statistik

Schon während des Projektablaufs und nach Projektabschluss sollten genauere (z.B. gemäss Angebot) bzw. effektive Element-Kosten und Element-Leistungsbeschreibungen (effektive Positionen, etc.) als Datengrundlage für weitere Projekte dienen können, ohne grossen Nach- und Umrechnungsaufwand.

Anforderungen:

- klare Beschreibung der enthaltenen Leistungen
- Vergleichbarkeit mit Elementen anderer Projekte
- klare Verknüpfung Kontenplan - Elementgliederung - NPK (Verträge): Durchgängigkeit.

Umbau, Erneuerung, Ersatz

Auch die Planung und Realisierung von Instandhaltungs- bzw. Unterhaltsmassnahmen muss sich auf eine Elementgliederung stützen. Idealerweise sollte diese mit der physischen Gliederung (*Bild 9*) übereinstimmen oder zumindest einfach aus dieser ableitbar sein.

Anforderungen:

- einheitliche Lebensdauer des einzelnen Elementes
- kombinierbar mit nicht erneuerter Bausubstanz
- einfach zu planende und auszuführende Wartungs- und Instandhaltungsleistungen ("Wartungs-NPK") pro Element.

Wie das Teilsystem-Konzept der Schichttechnik beim CADD entsprach, so entspricht nun das Konzept der Elementgliederung der Element- und Komponententechnik für das **EDV-gestützte Entwerfen und Zeichnen**. Zudem entspricht das Konzept der hierarchischen Kostengliederung (*Bild 6*) und die Darstellung der Katalog-Leistungseinheiten (*Bild 15*) der Verwendung von Klassen (Arten), Gegenständen (Objekten), Eigenschaften (Attributen) und Ausprägungen (Werten) bei der objektorientierten Programmierung und den wissensbasierten Expertensystemen.

5.2 Genereller Aufbau

Die wichtigste Grundlage für den Aufbau einer Elementgliederung ist die klare **Einordnung** eines Element-Katalogs im Verhältnis zum Baukosten-Kontenplan und zum NPK. Im *Bild 30* sind Alternativen dafür aufgezeichnet:

- Die Ausschreibung erfolgt über ein Leistungsverzeichnis mit Elementen (*Bild 30a*). Der Normpositionen-Katalog wird bei der Ausschreibung höchstens indirekt für die Definition von Elementen verwendet.
- Der Element-Katalog und der Normpositionen-Katalog werden kombiniert verwendet (*Bild 30b*). Sie hängen aber direkt miteinander zusammen, indem die Katalog-Elemente aus Normpositionen aufgebaut sind und die Teilsysteme des BK ihrerseits aus Elementen aufgebaut sind.
- Es werden keine Elemente verwendet (*Bild 30c*).

Die mittlere Variante (*Bild 30b*) entspricht am besten den Zielsetzungen, die anderen Varianten sind aus ihr ableitbar. Deshalb wird diese Variante hier weiterverfolgt.

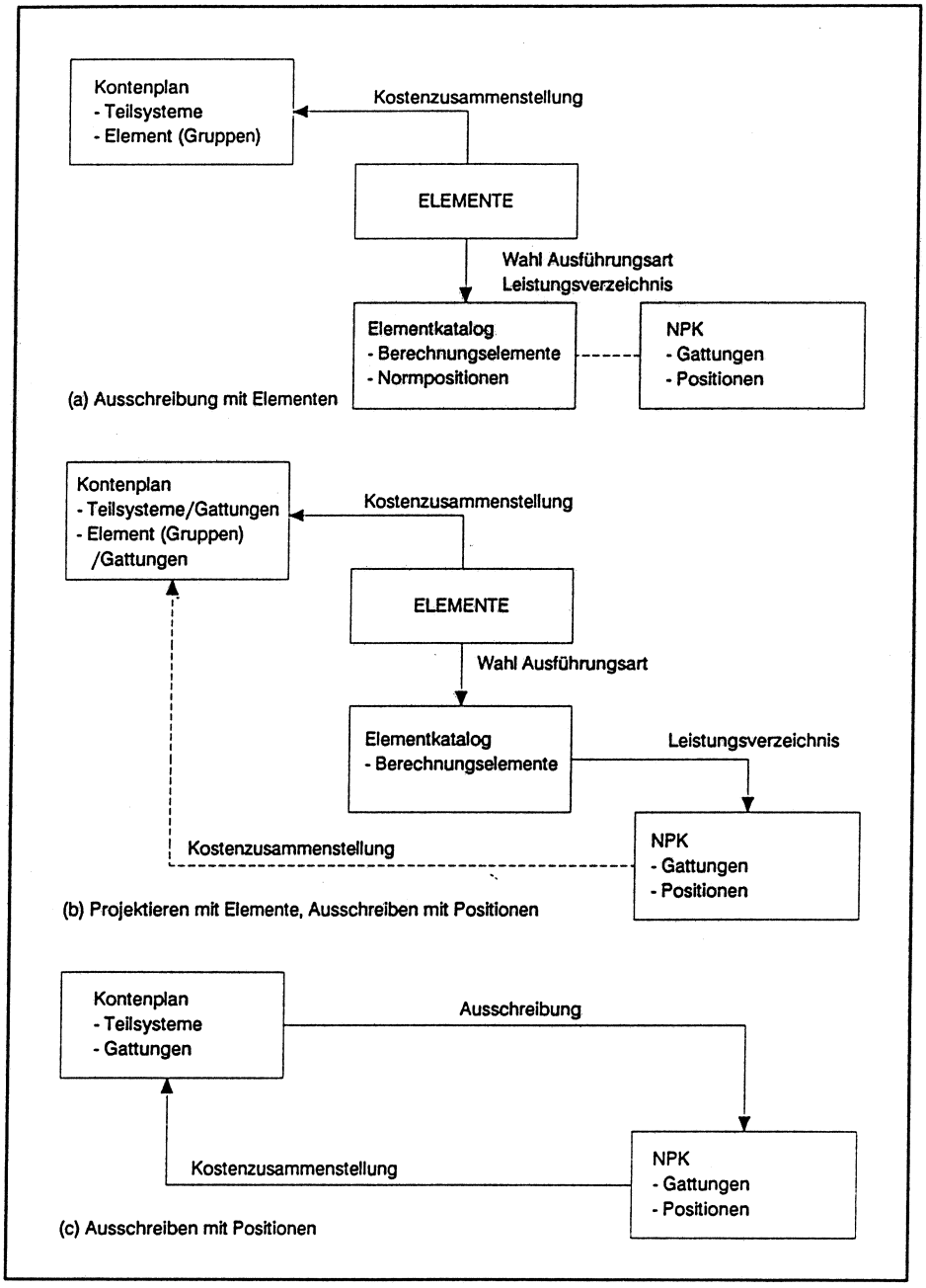


Bild 30: Alternativen für das Ausschreiben

Der **Element-Katalog** für Hoch- und Tiefbauten ist eine systematische Sammlung von detaillierten Elementen. Sie sind in die Systematik des Baukosten-Kontenplans eingeordnet. Die detaillierten Elemente sind Teile und z.T. alternative Ausführungsarten zu den dreistelligen Konten des BK, die ihrerseits Teilsysteme bzw. Elementgruppen oder grobe Elemente darstellen. Die detaillierten Elemente sind Leistungen im allgemeinen Sinn und haben in der Regel eine **Mengeneinheit** und einen Einheitspreis, andernfalls sind sie mit einem Gesamtkostenbetrag verbunden. Wird die Ausführungsart des Elementes festgelegt, so kann ein **Berechnungselement** mit entsprechendem Positionsaufbau definiert werden.

Eine erste Liste von detaillierten Elementen aus dem **Tiefbau** mit ihren Mengeneinheiten, die sich aus der Analyse praktischer Projekte ergeben hat, ist im **Anhang C1** zusammengestellt. Berechnungs-

elemente aus dem Tiefbau mit ihrem Positionsaufbau sind bei den Anwendungsbeispielen im **Anhang F** zu finden. Der entsprechende Katalog der **Hochbau**-Berechnungselemente ist in den jährlich erscheinenden "Baukostendaten" des CRB enthalten. Der Element-Katalog wird wie der Objekt-Katalog, der Teilsystem-Katalog und der Normpositionen-Katalog nie vollständig sein, da immer wieder neue und seltene Ausführungsarten auftreten werden. Beispiele für die **Aufteilung** in Elemente sind im **Anhang C2** wiedergegeben.

Das CRB hat aus der BKA eine **Elementkostengliederung** für Hoch- und Tiefbau erarbeitet. Der Stand April 1990 der EKG ist im **Anhang C3** dargestellt. Ihre Elementgruppen (Grossbuchstaben) und Elemente sind im **Anhang E1** mit dem Baukosten-Kontenplan verknüpft worden. Diese Verknüpfungsliste zeigt insbesondere, wo die Kosten von **Elementen**, die in Projektierung bzw. Ausführung begriffen sind, im **Baukosten-Kontenplan** verbucht werden sollen. Ein Konzept einer Baukostengliederung, die auf Bauelementen basiert, ist in (9) erarbeitet worden. Dabei wurden die drei Hierarchien

- reale Projektstruktur
- Baukonten-Plan (BKP)
- Bauleistungs-Gliederung (NPK)

mittels Relationen verknüpft.

Im *Bild 9* ist auf der linken Seite die **Projektgliederung** und die hierarchische Bildung von Projektteilen (z.B. Elemente) und ihren Kostensummen (z.B. Σk für das dargestellte Teilsystem) gezeigt. Für die Kostenermittlung und -auswertung können **Durchschnittswerte** für gleichartige Leistungseinheiten aus allen Projektteilen gebildet werden (Statistik):

- Durchschnittskosten für gleichartige **Elemente** (z.B. durchschnittliche Kosten pro m Stütze oder pro m2 Innenwand eines bestimmten Typs über das ganze Projekt, durchschnittliche Kosten pro m3 Schüttung und Auffüllung der gleichen Art oder pro m2 Stützmauer-Rohbau des gleichen Typs über das ganze Projekt). Dazu ist ein Verzeichnis aller Elemente der gleichen Art zu erstellen, die Kostensumme (Σ über E) zu bilden und der Durchschnittswert als Kosten pro Leistungseinheit zu berechnen. Umgekehrt kann ein entsprechender Erfahrungswert genommen, auf das Projekt angepasst und mit der jeweiligen Anzahl Mengeneinheiten multipliziert werden, was dem im Kapitel 2 (*Bild 10*) dargestellten Verfahren der Kostenberechnung entspricht.
- Durchschnittskosten für gleichartige **Positionen** (z.B. durchschnittliche Kosten pro m3 Beton der gleichen Art für das ganze Gebäude, durchschnittliche Kosten pro m2 Humusierung derselben Art über das ganze Trasseobjekt). Dazu ist ein Leistungsverzeichnis aller Positionen der gleichen Art zu erstellen, die Kostensumme (Σ über P) zu bilden und der Durchschnittswert als Kosten pro Leistungseinheit zu berechnen. Die Kostenberechnung aus Erfahrungswerten erfolgt analog.
- Durchschnittskosten für gleichartige **Einsatzmittel** (z.B. durchschnittliche Kosten pro t Armierungsstahl eines bestimmten Durchmessers über die ganze Brücke, durchschnittliche Kosten pro Mittellohnstunde oder pro m3 geliefertes Schüttmaterial über das ganze Trasseobjekt). Dazu ist ein Verzeichnis aller eingesetzten Mittel der gleichen Art zu erstellen, die Kostensumme (Σ über F) zu bilden und der Durchschnittswert pro Faktoreinheit zu berechnen. Die Kostenberechnung aus Erfahrungswerten erfolgt analog.

Auf der Ebene der Teilsysteme und Objekte ist die Auswertung und Verwendung von solchen Durchschnittswerten für gleichartige **Teilsysteme** (z.B. Kosten der Entwässerung pro m2 Hauptstrasse, Σ über T) und **Objekte** (z.B. Kosten pro m Tunnel im Fels eines Nationalstrassenabschnittes, Σ über O) möglich. Der Unterschied zur Summation bei der **Projekt-Gliederung** (Σ über ijklm im *Bild 9*) besteht darin, dass bei der Projekt-Gliederung lediglich über die Grössen der nächsthöheren Hierarchieebene summiert wird, nicht über gleichartige Projektteile aus dem ganzen Projekt. Für die Durchschnittsberechnung sind auch Zwischenlösungen möglich (z.B. Durchschnittswerte pro Objekt oder pro Teilsystem). Auf allen Ebenen zu beachten ist jedoch, dass alle diese Durchschnittswerte nur Hilfsmittel sind, um die Kosten des **realen Projektes** zu bestimmen. Im konkreten Fall sind also stets die projektspezifischen Kosten der projektierten und durchgerechneten Lösung ausschlaggebend. Die Durchschnittswerte dienen als Hilfsmittel zur Kostenermittlung, zum Vergleich und zur Kontrolle auf der betreffenden Ebene.

5.3 Ueberprüfung anhand von Beispielen

Wie im Abschnitt 1.4 dieses Berichts festgehalten wurde, ging es bei diesem Forschungsprojekt vor allem darum, die Möglichkeiten der **Elementmethode im Tiefbau** im Zusammenhang mit der Arbeitsgattungsgliederung abzuklären, entsprechende Vorschläge auszuarbeiten und anhand von Anwendungsbeispielen aus der Praxis zu überprüfen.

Im Anhang F im Teil II werden folgende Anwendungsbeispiele vorgestellt:

ENGADINERSTRASSE: UMFAHRUNG STRADA

Die im Bericht dargestellte Methode der Kostengliederung wird für die besonders wichtige Kategorie Hauptstrassen mit ihren vielfältigen Kunstbauten überprüft.

Zuerst wird die ca. 3 km lange Umfahrung in 23 **Objekte** unterteilt (gruppiert nach Trassebauten inkl. Stützmauern, Brücken inkl. Ueber- und Unterführungen, restliche Objekte wie Gewässerkorrektionen). Dann wird über diese Objekte eine erste grobe Kostenschätzung für das ganze Umfahrungsprojekt durchgeführt.

In einem zweiten Schritt werden die Kosten für sechs ausgewählte Objekte über **Teilsysteme und Elemente** berechnet. Für jedes Objekt resultiert eine übersichtliche Kostenberechnung auf den drei Ebenen Kostenuntergruppe, Kostengruppe und Kostenhauptgruppe des Baukosten-Kontenplans.

In der Regel werden dabei Elementkosten aufgrund von charakteristischen Mengeneinheiten und Einheitspreisen berechnet und zu Teilsystem- und Objektkosten summiert. Am Schluss werden die Kosten pro Objekt und Teilsystem in einer Matrix zusammenfassend dargestellt.

In einem dritten Schritt werden schliesslich 13 ausgewählte **Berechnungselemente** mit ihrem Aufbau aus wichtigen Positionen des VSS-NPK erarbeitet.

N8 TEILSTRECKE INTERLAKEN - BRIENZWILER: CHÜEBALMTUNNEL

Bei diesem Objekt werden die Möglichkeiten der Elementgliederung bei einem **Tunnelobjekt** mit Sprengvortrieb in den verschiedenen Projektphasen gezeigt.

Zuerst werden wiederum eine Kostenschätzung und ein Variantenvergleich über vier verschiedenartige **Objekteinheiten** (drei Profiltypen und Sohlengewölbe) durchgeführt. Drei Objekteinheiten unterscheiden sich in der Stärke des Profilgewölbes, das Sohlengewölbe ist eigentlich ein Element.

In einem zweiten Schritt werden die Kosten der vier Objekteinheiten, die nun detaillierter aus **Teilsystemen, Elementen** und teilweise Berechnungselementen zusammengesetzt sind, berechnet. An-

schliessend werden 14 Berechnungselemente für das Teilsystem "Ausbruch", 9 Berechnungselemente für das Teilsystem "Rohbau Untertagbauten" und 1 Berechnungselement für das Teilsystem "Entwässerungs-, Transport- und Grosse Werkleitungen" erarbeitet. Dabei wird jeweils eine Reserve für die später bei der Ausschreibung noch zu berücksichtigenden Klein-Positionen addiert. Ohne solche Zuschläge werden die Kosten bei groben Kostenberechnungen manchmal unterschätzt.

In einem dritten Schritt wird zunächst gezeigt, wie aus den Berechnungselementen ein vorläufiges **Leistungsverzeichnis**, das dann noch durch die Klein-Positionen zu ergänzen ist, erstellt werden kann. Schliesslich wird eine **Abrechnung** des Hauptunternehmers, gegliedert nach dem Aufbau des Baukosten-Kontenplans, dargestellt.

N3 BASEL - ZÜRICH: AARETALBRÜCKE BEI SCHINZNACH BAD

Bei diesem Objekt geht es darum, zu zeigen, dass die Elementmethode auch im **Grossbrückenbau** sinnvoll angewendet werden kann. Gewählt wird das Objekt "Bereich Aare" mit ca. 1,1 km Länge.

Eine grosse Zahl von **Elementen** (Ausführungsarten) zu den Elementgruppen

114 Sicherung und Wasserhaltung Baugrube (10)

115 Spezialfundationen (2)

221 Aushub, Abtrag (6)

usw.

werden **grob definiert** und mit Mengeneinheiten und projektbezogenen Mengen versehen.

KANTONSSTRASSE WOLFENSCHIESSEN - OBERRICKENBACH: ZELGLI - SCHÜPFEN, BAULOS NORD

Anhand einer Strassenneuanlage wird eine Gliederung in Objekte und Teilobjekte für Trassebauten mit grossem Anteil an Stützmauern erläutert. Dann wird der Baukosten-Kontenplan für Stützmauern und Trassestücke vorgestellt. Schliesslich wird die Aufteilung im Ueberblick gezeigt.

GESAMTMELIORATION OTELFINGEN - BOPPELSEN: ENTWÄSSERUNG AREAL SGG

Das Beispiel zeigt die Anwendung der neuen Kostenermittlungshilfsmittel im **kulturtechnischen Ingenieurbau**.

Zuerst wird eine **grobe Kostenschätzung** für das Projekt "Entwässerung Areal SGG" anhand von fünf Objekten vorgenommen. Da für solche Objekte noch kein Objekt-Katalog existiert, wurden selbst 9 Katalog-Objekte für Drainagen, Spezialbauwerke sowie Forst- und Feldwege definiert.

In einem zweiten Schritt wird eine **detaillierte Kostenschätzung** der zwei Objekte "Drainageleitungen, 1. Etappe" und "Pumpwerk" anhand der Teilsysteme und Elemente durchgeführt. Schliesslich werden die Projektkosten in einer Objekt-Kontenplan-Matrix zusammengestellt und mit der groben Kostenschätzung verglichen.

5.4 Katalog-Leistungseinheiten

Die Katalog-Elemente werden nach dem Baukosten-Kontenplan (**Anhang B1**) geordnet. Eine erste Liste von detaillierten Elementen aus dem Tiefbau ist im **Anhang C1** zusammengestellt. Es handelt sich dabei um eine überarbeitete Fassung der entsprechenden Liste in (9).

Katalog-Leistungseinheiten können grundsätzlich einen **einfachen** oder einen **komplexen** Positionsaufbau haben (*Bild 31*). Der komplexe Positionsaufbau hat den Nachteil, dass der Katalog eine viel

grössere Menge von Katalog-Elementen umfasst, weil alle Kombinationen der Ausführungsarten vorkommen. Demgegenüber wird die Kombination im Fall der einfachen Katalog-Elemente dem Anwender überlassen. Er kann also nach Bedarf aus den Katalog-Leistungseinheiten mit einfachem Aufbau verschiedene **Dispositionselemente** zusammensetzen. Werden die Elemente standardmässig zusammengesetzt, entstehen **Katalog-Teilsysteme** und -Objekte.

Rohbau Innenwand (m2)
(verschiedene Ausführungen)

Wandbelag Innenwand (m2)
(verschiedene Ausführungsarten)

Türen zu Innenwand (m2/m2)
(verschiedene Ausführungen)

(a) einfach aufgebaute Katalog-Elemente

Rohbau Innenwand
und Wandbelag
und Türen (Anteil)
(verschiedene Ausführungen)

(b) komplex aufgebautes Katalog-Element

Bild 31: Komplexität Aufbau Katalog-Elemente

Die Katalog-Elemente sind der effektiven Situation **anzupassen**, bevor sie in die Projekt-Gliederung als Elemente übernommen werden. Beispielsweise sind Katalog-Elemente mit Wandstärken von 20 cm und 30 cm berechnet worden. Beträgt die effektive Wandstärke 25 cm, so ist der Einheitspreis pro m2 an diese Wandstärke anzupassen. Aehnliche Anpassungen ergeben sich z.B. aus Abweichungen des effektiven Elementes vom Katalog-Element bezüglich Qualität, Leistungsmenge und Lage.

Aus praktischen Erfassungsgründen kann es nützlich sein, **Uebergangs-Elemente** zu definieren, die in einem separaten Konto erfasst werden. Ein Beispiel dafür sind die Transport-Elemente, die auch in die Leistungseinheiten m3 Abtrag oder m3 Aufschüttung eingerechnet werden könnten.

Da die Berechnungselemente aus Positionen aufgebaut sind, kann die Ermittlung ihrer Einheitspreise mittels der **rechnerischen** Methode aus den Einheitspreisen der Leistungspositionen erfolgen. Man könnte sich vorstellen, dass jede NPK-Position für jedes Katalog- und Projekt-Element verwendbar ist. Eine solche freie Zuordnung ist vom Leistungsbeschrieb her teilweise akzeptabel (der Pfeilerbeton und die Pfeilerschalung können dieselbe Qualität haben wie der Widerlagerbeton und die Widerlagerschalung). Die Preise allerdings sind unterschiedlich. Die Kosten für die Projekt-Elemente können nur spezifisch für sie ermittelt werden.

Die Katalog-Elemente können ihrerseits wieder zu **kombinierten Leistungseinheiten** (in diesem Fall zu Katalog-Teilsystemeinheiten oder Katalog-Objekteinheiten) zusammengesetzt werden (*Bild 25*).

5.5 Weitere Aspekte

Die Frage der **Ausschreibung** mit Elementen wurde bereits am Anfang des Abschnittes 5.2 (*Bild 30*) angeschnitten. Eine Ausschreibung mit Elementen würde bedingen, dass ein einigermassen vollständiger Element-Katalog vorhanden ist, was heute nicht zutrifft. So wird man eher auf die Normpositionen zurückgreifen, diese jedoch möglichst weitgehend über die Elemente bestimmen.

Ein mit Preisen ausgefülltes Leistungsverzeichnis hat auch die Funktion einer **Preisliste**. Deshalb muss das Leistungsverzeichnis möglichst vollständig sein und enthält eine grosse Menge unwichtiger Positionen. Der Unternehmer muss die wichtigen Positionen wiederum herausfiltern. Dieses Problem könnte mit dem folgenden Vorschlag einfacher gelöst werden:

- Eine Fachstelle (z.B. der SBV) berechnet **Richtpreise** für alle fest definierten Standardpositionen, insbesondere Richtpreise für weniger wichtige bis unwichtige Leistungseinheiten (Nebenpositionen).
- Der Ingenieur schreibt nur die **wichtigeren** Positionen aus (die sich weitgehend aus den Elementen ergeben). Dazu kommt ein geschätzter Betrag für bestimmte Nebenleistungen (*Bild 15*). Der Unternehmer kann auf sie einen Rabatt gegenüber den Richtpreisen anbieten.
- **Abgerechnet** wird nach den effektiven Mengen der Haupt- und Nebenpositionen. Die Preise der Nebenpositionen sind die Richtpreise abzüglich dem angebotenen Rabatt. Es kann auch eine zulässige Streubreite für den Gesamtbetrag der Nebenleistungen festgelegt werden.

Mit diesem Vorschlag könnten sich die Projektbeteiligten auf einfache Weise auf die wesentlichen Positionen konzentrieren.

6. KONZEPT NPK BAU 2000

6.1 Zweck

Der NPK Bau 2000 ist ein Standard-Leistungsverzeichnis, ein Normpositionen-Katalog, für Hoch- und Tiefbauten inkl. Installationen/Haustechnik. Er wurde in der Sondernummer "Der neue NPK Bau 2000" der Zeitschrift "Strasse und Verkehr" vom September 1989 von verschiedenen Autoren dargestellt und erläutert (12). Der NPK Bau 2000 wird nach Arbeitsgattungen in Form von Kapiteln gegliedert, was grundsätzlich der früheren Kapitelgliederung im CRB- und VSS/SIA-NPK entspricht. Diese Kapitel können durch Revisionen einzeln überarbeitet werden. Neue Kapitel können dazukommen. Die Definition der Standard-Leistungseinheiten ist im wesentlichen auf der Ebene der **Hauptpositionen** enthalten (einleitende, die Position charakterisierende Leistungsbeschreibung), wird aber oft durch die Vorbemerkungen zu übergeordneten Titeln und die Detailspezifikationen in den Unterpositionen als integrierende Bestandteile ergänzt. Das Konzept NPK Bau 2000 ist im Schlussbericht (5) beschrieben und begründet. Es wurde durch eine Arbeitsgruppe erarbeitet, den zuständigen Fachorganisationen zur Stellungnahme unterbreitet und dann durch die CRB/VSS Koordinationsgruppe genehmigt. Hier geht es darum, die Kapitelgliederung, die besonderen Konsequenzen für den Tiefbau und den Anschluss des NPK an den Baukosten-Kontenplan zu erläutern. Das NPK-Kapitelverzeichnis (Stand Januar 1990) ist im Anhang D1 wiedergegeben.

6.2 Genereller Aufbau

Grundlagen für eine Leistungsbeschreibung und eine Kostenberechnung mit dem NPK Bau 2000 sind

- Bauprojekt mit Projekt-Gliederung
- Kostenschätzung über Objekte, Teilsysteme und evt. Elemente

Die Leistungsverzeichnisse für das Projekt werden nun fachgebietsbezogen nach **NPK-Kapiteln** gegliedert, aber auch nach der **Projekt-Gliederung**.

Die Kapitelgruppen, Kapitel und Kapitelabschnitte des NPK Bau 2000 entsprechen recht weitgehend **Teilsystemen** oder **Elementen** im Baukosten-Kontenplan. Deshalb ist es naheliegend, die NPK-Kapitel bzw. -Kapitelabschnitte an den BK anzuschliessen. Der BK wird bis zur zweiten oder dritten Stelle benützt, dann wird die Leistungsbereichsgliederung (Arbeitsgattungen) angeschlossen (14). Die entsprechende Verknüpfungsliste zwischen Baukosten-Kontenplan und NPK Bau 2000 ist im **Anhang E2** dargestellt. Diese Verknüpfungsliste zeigt insbesondere, wo die Kosten von Aufträgen, d.h. die Kosten vergebener **Leistungen** von Beauftragten, Unternehmern und Lieferanten im **Baukosten-Kontenplan** verbucht werden sollen. Eine entsprechende Zuordnungsliste der Normpositionen-Kataloge zum bestehenden BKP (Hochbau) ist im NPK 1006 "Verbindungen vom NPK zum BKP" zu finden.

Jedes **Kapitel** (Arbeitsgattung, z.B. Beton- und Stahlbetonarbeiten, Belagsarbeiten und Belagserneuerungen usw.) wird mit einer dreistelligen Nummer versehen. Kapitel werden zu Kapitelgruppen (zwei Stellen + eine Null) zusammengefasst. Die Kapitelhauptgruppen (eine Stelle + zwei Nullen) bilden den Rahmen der Systematik. Diese Kapitelhauptgruppen zeigen auch wieder die verschiedenen Bereiche im Bauwesen.

Betrachtet man die in den Kapitelhauptgruppen enthaltenen Kapitel mit den jeweiligen Herausgebern, findet man in

100 Vorbereitungs-, Spezialtiefbau-, Instandsetzungs- und Umgebungsarbeiten, vor allem von CRB und VSS gemeinsam zu bearbeitende Kapitel

200 Trasse-, Kunst- und Untertagbauarbeiten wird von Kapiteln gebildet, für welche fast ausschliesslich VSS oder SIA zuständig sind.

300 Rohbauarbeiten (CRB-Kapitel)

400 Arbeiten für Sanitär-, Heizungs-, Lüftungs- und Klimaanlagen bzw.
500 Arbeiten für Elektroanlagen und Telekommunikation, nebst CRB-Kapiteln sind auch die Kapitel aus den Fachingenieurbereichen enthalten.

600 Ausbau- und Reinigungsarbeiten (CRB-Kapitel)

700 Einrichtungs-, Ausrüstungs- und Ausstattungsarbeiten inkl. Arbeiten für Transport- und Förderanlagen

Die Kapitelhauptgruppen

000 Kosten für Grundstück

800 übrige Aufwendungen

sollten gleich unterteilt werden wie die entsprechenden Hauptgruppen des Baukosten-Kontenplans. Sie dienen dazu, dass auch mit der NPK-Struktur sämtliche Kosten eines Bauvorhabens erfasst werden können. Damit kann die Kapitelgliederung des NPK Bau 2000 auch als einfacher BK verwendet werden. In diesen Kapitelhauptgruppen sind keine NPK-Kapitel vorgesehen, weil die entsprechenden Leistungen in der Regel nicht ausgeschrieben werden.

Für den **Tiefbau** ergab sich mit dem NPK Bau 2000 die Konsequenz, dass das bisherige Prinzip, den VSS-NPK bei Revisionen jeweils in einer neuen Fassung als vierbändiges **Gesamtwerk** herauszugeben, verlassen wird. Mit der kapitelweisen Ueberarbeitung ist man beweglicher, und die personellen und finanziellen Belastungen werden besser verteilt. Allerdings ist zu beachten, dass bei der VSS die Kapitel (heute die ersten zwei Stellen) nicht immer voneinander unabhängig sind (z.B. gleiche Teilkapitel wie Transporte in verschiedenen Kapiteln). Im **Hochbau** sollte das Zusammenfassen von Kapiteln zu **Heften** grundsätzlich verlassen werden. Diese Möglichkeit wurde nicht oft benützt und bringt eine unnötige Komplikation durch die zusätzliche Heft-Numerierung und -Bezeichnung. Die wichtigste Konsequenz für das ganze Bauwesen ist natürlich, dass bestehende **Doppelspurigkeiten** zwischen Hoch- und Tiefbau (z.B. durch gemeinsam bearbeitete Kapitel) ausgemerzt werden.

Die **Numerierung** der Kapitelgruppen und Kapitel wurde unter Berücksichtigung des gesamten Bauwesens und in Absprache mit verschiedenen Fachbereichen (z.B. Untertagbau, VSEI) neu gestaltet. Das Hauptziel war, eine Gruppierung möglichst entsprechend

- den Fachgebieten
- dem Ablauf von Projektierung und Ausführung

zu erreichen und damit den **Suchaufwand** beim Erstellen und Ergänzen des Leistungsverzeichnisses zu verringern. Die Praxis hat diese vollständige Umnumerierung gut aufgenommen und verdaut. Die Kapitelgliederung ist laufend an die neueste Entwicklung auf dem NPK-Sektor **anzupassen** (z.B. Erarbeitung von neuen Kapiteln) und muss deshalb leicht ergänzbar sein. Dagegen sollen die Kapitelgruppen für längere Zeit gleich bleiben. Die Gliederung des NPK Bau 2000 nach den obenstehenden

Kriterien begünstigt natürlich auch die Bildung fachbezogener Auszüge aus dem Gesamt-NPK für die entsprechenden Anwender und die Durchführung gebietsweiser Ueberarbeitungen, wobei die Systematik trotzdem einheitlich bleibt.

Eine wesentliche Neuerung für die kommenden NPK-Hefte des **CRB** und der Installationen/Haustechnik bringt das neue, einheitliche Konzept der **Unterpositionen**. Diese können neu **drei** Stellen umfassen (statt zwei Stellen beim bisherigen CRB-NPK und vier Stellen bei den existierenden Kalkulationsunterlagen der Verbände der Installationsbranche). Die Umstellung ist jedoch beim CRB einfach, weil sie eine Erweiterung ist, und im Bereich der Installationen müssen ohnehin eigentliche Normpositionen-Kataloge erst noch geschaffen werden.

6.3 Einige praktische Aspekte der Ausführung

Im Abschnitt 4.3 wurde bereits festgehalten, dass konsequent objektweise und nach NPK-Kapiteln und allenfalls NPK-Abschnitten gegliedert **ausgeschrieben** werden sollte. Dabei kann jedoch zusätzlich ein zusammenfassendes Leistungsverzeichnis über mehrere Objekte zum Ausfüllen der Preise abgegeben werden, wenn dieselben Preise für alle Objekte gelten sollen.

Die **Rechnungen** sollen grundsätzlich nach Objekten, NPK-Kapiteln und teilweise NPK-Abschnitten gegliedert sein, so dass die Kosten dem Baukosten-Kontenplan einfach nachgeordnet werden können (z.B. Titelblatt mit entsprechenden Summen).

6.4 Katalog-Leistungseinheiten

Die **Normpositionen** sind die Katalog-Leistungseinheiten auf der Ebene der Positionen. Der Positionsaufbau für den NPK Bau 2000 ist im Schlussbericht (5) im Detail dargestellt und erläutert. Im *Bild 32* wird der Positionsaufbau der neuen und der alten Normpositionen verglichen:

- beim VSS-NPK ist zu beachten, dass Bauteile explizit benützt werden (z.B. in der ersten Stelle der Unterposition), beim CRB kommen sie implizite allerdings auch vor (z.B. im Positionsbeschrieb oder als Unterpositionen)
- beim CRB-NPK ist zu beachten, dass Positionseigenschaften auf vier Zwischenebenen vorkommen
  - . Vorbemerkungen (zu Kapitel, Abschnitt, Unterabschnitt)
  - . Einleitender Text (zur Position)
  - . Ergänzender Text (in mehreren Unterpositionen)
  - . Ergänzender Text (in Variablen)

  sowie allenfalls weitere klassifizierende Positionseigenschaften (Positionslage, Spezialzeichen).
- beim NPK Bau 2000 ist zu beachten, dass eine Gliederung der Leistungsmenge entsprechend der Projekt-Struktur (Objekt, Teilsystem/Positionslage, Element) sowie Textergänzungen (z.B. Produktinformation) möglich sind.

Im CRB-"Bauhandbuch" sind neben den Normpositionen noch sogenannte **"Standardpositionen"** definiert, die gängige, technisch bewährte, wirtschaftliche Lösungen darstellen, nur noch produktspezifische Variable enthalten können und besondere Unterpositionsnummern haben.

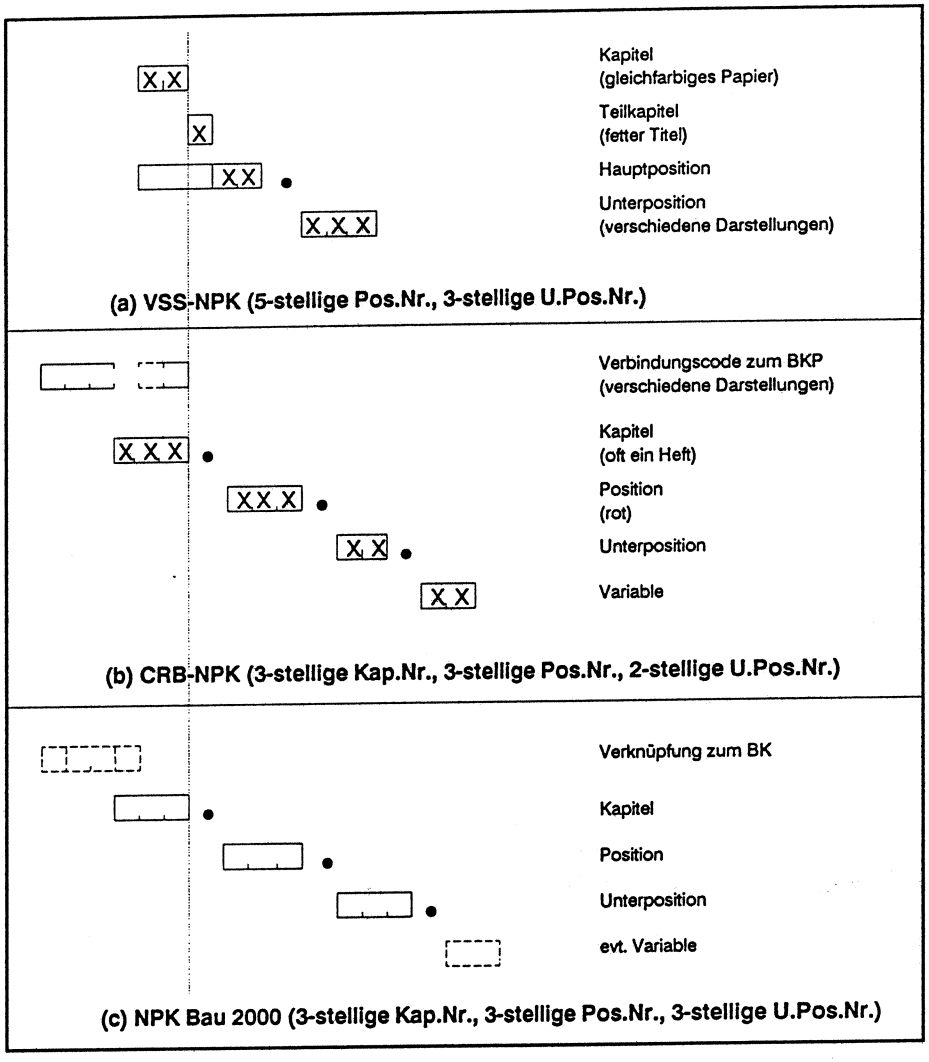


Bild 32: Vergleich Positionsaufbau

Die Kostenberechnung kann nur für Standardpositionen erfolgen. Sie wird **rechnerisch** mittels der Standard-Detailkalkulation der Positionen aufgrund des Einsatzmittelaufwandes und der Einsatzmittelpreise durchgeführt (siehe z.B. Vorkalkulation und Richtpreise SBV, wobei jedoch beim CRB-"Bauhandbuch" in der Randspalte neue Parameter benützt werden).

Bei den Normpositionen des VSS kommen **Textbausteine** vor, die sich in verschiedenen Positionen wiederholen (z.B. Erschwernisse bei maschinellem Aushub in Pos. 12505.1 und 13130.1). Der NPK ist konsequent hierarchisch aufgebaut, bei Ueberarbeitungen muss jedoch die Lage der Textbausteine bekannt sein. Demgegenüber können die Normpositionen des CRB über die Zuordnung zum BKP an verschiedenen Orten verwendet werden, was teilweise dazu führt, dass für die Ausschreibung wenig bedeutender Projektteile theoretisch eine ganze Reihe von NPK-Kapiteln beigezogen werden müssen (z.B. Bauvorbereitungs- und Umgebungsarbeiten). Als **Uebergangspositionen** könnte man die Zuschlagspositionen bezeichnen.

Die Normpositionen können nicht projektbezogen angepasst werden. Vielmehr sind **Reservepositionen** zu definieren, wenn der Katalog-Leistungsbeschrieb nicht benützt werden kann.

Trotzdem bestehen mehrere Möglichkeiten für **projektspezifische** Spezifikationen

. Bauteile (VSS)

. Variable (CRB)

. Leistungsmenge.

Damit ist wiederum klar zu unterscheiden zwischen

- der Normposition als Katalog-**Leistungseinheit**
- der **Projekt-Position** mit der Leistungsmenge und anderen projektspezifischen Angaben.

wie dies im *Bild 10* dargestellt ist.

6.5 Weitere Aspekte

Bei den heutigen Ausschreibungen werden die Mengen oft nur gesamthaft angegeben. Der Unternehmer muss dann aus den Plänen herausfinden, wo die Mengen sind.

451 Schalung für Wände und Stützmauern
mit direkter Abstellmöglichkeit
Schalhöhe cm 150 bis 300

Wände A + B	2.50 m x (10 + 6)m =	40 m2
Wand C	2.50 m x 4 m - 2 m2 =	8 m2
Wand D	2.50 m x 10 m + 1.50 m x 2 m =	28 m2
Stützmauer E	1.80 m x 5 m =	9 m2
		85 m2 zu Fr. .....

151 Beton für Wände und Stützmauern
BH, W 28N/mm2 30, PC kg/m3 300
Wandhöhe cm 150 bis 300
Wanddicke cm 16 bis 20

Wände A + B	40 m2 x 0,2 m =	8 m3
Wand C	8 m2 x 0,2 m =	2 m3
Wand D	28 m2 x 0,2 m =	6 m3
Stützmauer E	9 m2 x 0,16 m =	3 m3
		18 m3 zu Fr. .....

(a) Mengenberechnung innerhalb Position

Mengenberechnung :

Element		Schalfläche		Betonvolumen		Arm.gewicht
Wände A + B	2,5 x (10+6) =	40 m2	x 0,2 =	8 m3	x 100 kg/m3 =	800 kg
Wand C		8 m2		2 m3		
Wand D		28 m2		6 m3		
Stützmauer E		9 m2		2 m3		
		85 m2		18 m3		

Preisliste Wände und Stützmauern

451 Schalung	m2 85 zu Fr. ..../m2 = Fr. .....
151 Beton	m3 18 zu Fr. ..../m3 = Fr. .....

(b) Separate Mengenberechnung

Bild 33: Varianten für Mengenauszüge

Dieselbe Arbeit hat allerdings der Ausschreibende beim **Mengenauszug** bereits gemacht. Mit der Ausschreibung sollte die Projekt-Gliederung und ein unverbindliches Mengengerüst mitgeliefert werden, bei der Auftragserteilung könnte dem Unternehmer auch ein detailliertes Mengengerüst als unverbindliche Unterlage für die Arbeitsvorbereitung abgegeben werden. Beide Seiten sind längerfristig daran interessiert, dass klare Leistungen möglichst wirtschaftlich und einwandfrei erbracht werden. Im *Bild 33* sind zwei Varianten für Mengenauszüge dargestellt.

Insbesondere bei grossen Bauherren wird teilweise eine Gliederung aller von ihnen vergebenen Arbeiten aus allen Projekten nach den **Vertragspartnern** (Beauftragte, Unternehmer, Lieferanten) verlangt. Dies ist eine typische sekundäre Zusammenfassung, die jedoch eine Zuordnung aller Leistungen zu den Vertragspartnern verlangt.

7. ANWENDUNG

7.1 Konzept Kostenüberwachung

Neben dem Leistungsumfang und der Qualität sind für den Bauherrn vor allem die **Kosten** (mit Wirtschaftlichkeit und Finanzierung) und die Termine das Wichtigste. Um sich vor Ueberraschungen zu schützen und rechtzeitig eingreifen zu können, braucht er entsprechende Informationen und eine Projektorganisation, die die Kosten im ganzen Projektablauf stets unter Kontrolle hat. Im *Bild 34* sind die wichtigsten Projektkosten-Informationen und die zuständigen Stellen aufgezeichnet. Auf jeder Ebene werden bestimmte Informationen an die übergeordnete Stelle weitergeleitet, andere dienen der eigenen Kostenüberwachung. Auf der Kostenseite ist das Ziel, in jeder Phase (von der Vorstudie bis zur Inbetriebsetzung und zum Abschluss) den Ueberblick und die Kontrolle über die Kosten zu haben, zu erfüllen. Um die Erfüllung dieses Ziels geht es in diesem Abschnitt.

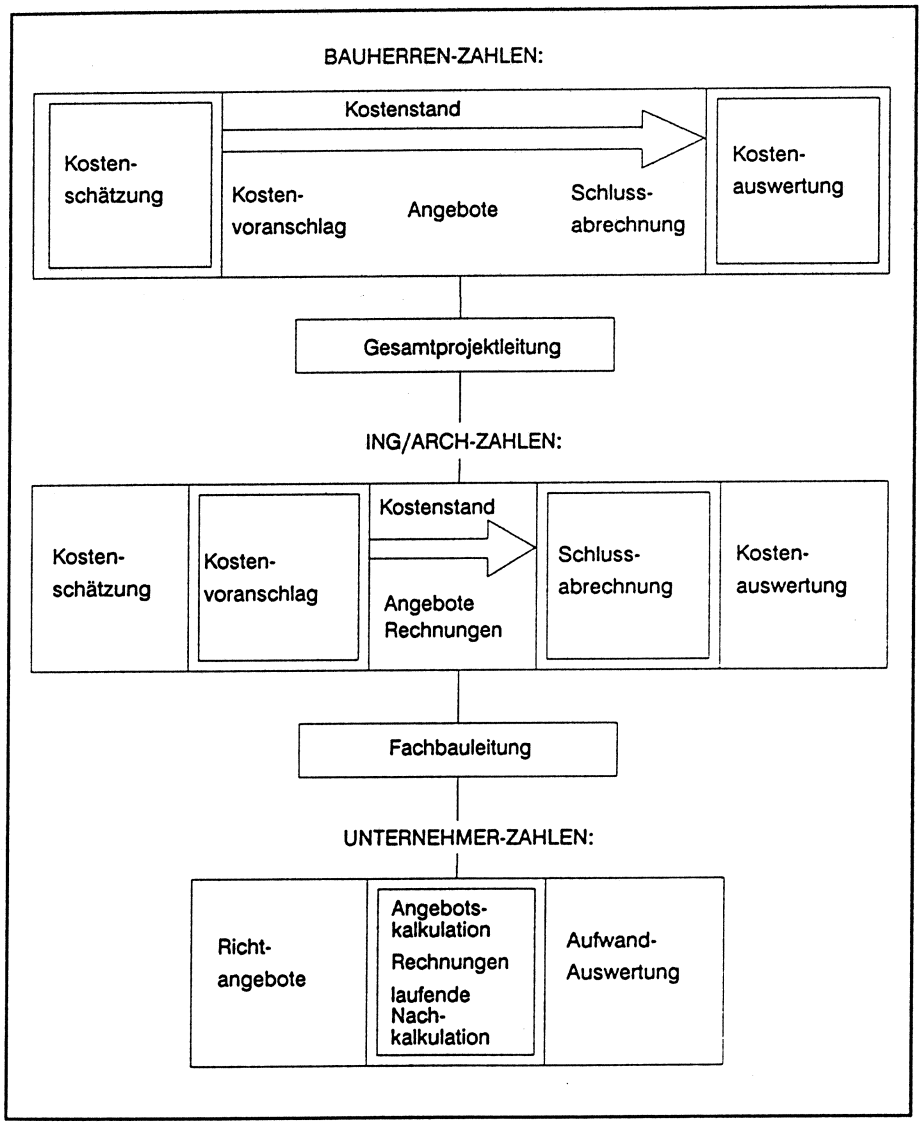


Bild 34: Wichtigste Projektkosten-Information

BETEILIGTE Phase	BAUHERR	GESAMT-PROJEKTLEITER	PROJEKTIERENDE	BAULEITER	AUSFÜHRENDE
VORSTUDIE	- Schätzung Grössenordnung der Bau- und Nutzungskosten (SCHRITT 1)				
VORPROJEKT (generelles Projekt) (Pläne 1:1000) (HLS bis 1:5000)	- legt Kostenrahmen fest	- Kontrolle und Ergänzung Kostengrobschätzung	- Erstellen Kostengrobschätzung (SCHRITT2)		
BAUPROJEKT (Auflagepläne) (1:100 - 1:200)	- Entscheid Kostenschätzung	- Kontrolle und Ergänzung Kostenschätzung	- Erstellen Kostenschätzung (SCHRITT 3) - akt. KS	- evt. KS z.K.	
BEREINIGTES BAUPROJEKT (DETAILPROJEKT)	- Entscheid KV	- Kontrolle und Ergänzung KV	- Erstellen KV (SCHRITT 5)	- KV z.K.	- (Grobkalkul. für Richtofferten)
VORBEREITUNG AUSFÜHRUNG (Pläne für die Ausschreibung bis 1:200)	- Entscheid Annahme Angebot	- Kontrolle Ausschreibungsunterlagen (LV) - Kontr. u. Ergänzung Antrag - Kontr. u. Er.-gänzung akt. KV	- Kontrolle Ausschreibungsunterlagen (LV) - akt. KV	- Erstellen Ausschreibungsunterlagen (LV) (SCHRITT 6) - Prüfen und Antrag Angebote - Vergleichen mit KV	- Erstellen Angebote
AUSFÜHRUNG (Pläne für die Ausführung, Msst. nach Erfordernis)	- Entscheid grössere Aenderungen	- KV-Nachführung - period. Kostenstand und Prognose	- akt. KV	- Bericht üb. Kostenentwicklung - Einholen Nachträge - Kontr. Rechnungen u. Schlussrechnungen	- Rechnungsstellung - laufende Nachkalkulation
INBETRIEBSETZUNG UND ABSCHLUSS (Pläne des ausgeführten Bauwerks)	- genehmigen Schlussabrechnung	- Prüfen, Ergänzen, Bereinigen Schlussabrechn. - Vergleich mit akt. KV - Aktualisieren Kennwerte	- Aktualisieren Kennwerte Fachbereiche (SCHRITT 10)	- Erstellen Schlussabrechnung Fachbereiche (SCHRITT 9) - Vergleich mit akt. KV	
BETRIEB UND NUTZUNG	- Rechnungswesen Betriebs- und Unterhaltskosten - Abschreibungen				

Bild 35: Uebersicht Kostenbeherrschung im Projektablauf

Die Instrumente und Organe für **Kostenbeherrschung im Projektablauf** sind als Uebersicht im *Bild 35* dargestellt. Dabei waren als Grundlagen u.a. die Leistungs- und Honorarordnungen des SIA (1984) und die Schweizer Normen über die Projektbearbeitung der VSS (1983) zu berücksichtigen. Die Strukturen, die Verwaltung und der Austausch von kostenrelevanten Daten mit EDV sind in (6) detailliert dargestellt. Im vorliegenden Zusammenhang ist besonders das Kapitel 3 der SIA-Dokumentation 510 wichtig. Im *Bild 36* werden, in der Reihenfolge ihres Auftretens im Projektablauf, zehn Instrumente der Kostenbeherrschung in den Bereichen Bauherr/Projektierende/Bauleitung vorgestellt. Dabei sind die **Voraussetzungen**, die sich hauptsächlich auf den Stand der Projektierung bzw. Ausführung der zugehörigen Leistungen beziehen, angegeben. Weiter sind die **Hilfsmittel** zur Ermittlung und Darstellung und zum Vergleich der Kosten dargestellt. Im folgenden werden nun diese Schritte erläutert.

SCHRITTE	HILFSMITTEL
1. Grössenordnung der Baukosten (nach Objekten) Voraussetzungen: Vorstudie (SN 640 010) Abmessungen Objekte, Landfläche	- Gliederung in Objekte - Teile des Kontenplans - Kostenangaben aus Analysen ausgeführter Projekte (Erfahrungswerte) - Objekt-Katalog
2. Kostengrobschätzung (nach Teilsystemen) Voraussetzungen: Vorprojekt (=Generelles Projekt, SN 640 011) Mengenauszüge Projekt-Teilsysteme und wichtige Projekt-Elemente	- Gliederung in Objekte - Kontenplan - Kostenangaben aus Analysen anderer Projekte (Erfahrungswerte) - Teilsystem- und Elementkataloge mit kalkulierten Preisen (vgl. Baukostendaten)
3. Kostenschätzung (nach Teilsystemen und Elementen) Kostenberechnung (nach Berechnungselementen) Voraussetzungen: Bauprojekt (SN 640 012), (Auflagepläne) Mengenauszüge Projekt-Elemente	- Gliederung in Objekte - Kontenplan - Kostengrobschätzung - Katalog der Berechnungselemente mit zugehörigen NPK-Positionen und Preisangaben
4. Kostenkontrolle (über Kostenschätzung bzw. -berechn.) Voraussetzungen: Kostenziele Bauherr Varianten und Aenderungen zum Vorprojekt bzw. Bauprojekt Erteilung von Aufträgen, Beauftragtenverzeichnis	- Gliederung in Objekte und Kontenplan - aktuelle KS Gesamtprojekt - Teuerung - Schätzung Kostenfolgen der Varianten und Aenderungen nach Elementen - Verzeichnis der Beauftragten - Rechnungen
5. Kostenvoranschlag (nach wesentlichen Positionen) Voraussetzungen: Bauprojekt (SN 640 012) z.T. Detailbearbeitung, prov. Ausführungspläne Beauftragtenverzeichnis Leistungsverzeichnis als Basis Vorausmass	- Gliederung in Objekte - Kontenplan - NPK - Einheitspreise "Bauhandbuch" mit Standardpositionen und Preisangaben - Andere Kostenangaben
6. Leistungsverzeichnis / Angebot (nach Positionen) Voraussetzungen: bereinigtes Bauprojekt (SN 640 012) Detailbearbeitung, prov. Ausführungspläne Vergabekonzept, Unternehmer- und Lieferantenverzeich. Vorausmass	- Gliederung in Objekte - Kostengliederung als Gerüst - Elementgliederung für Bauteile im LV - NPK - Angebote
7. Kostenkontrolle (über Kostenvoranschlag) Voraussetzungen: Ausschreibungsunterlagen und Angebote von Unternehmern und Lieferanten Aenderungen Ausführungsprojekt	- Gliederung in Objekte und Kontenplan - aktueller KV Gesamtprojekt - Teuerung - Vergabe von Arbeiten (Verträge) - Berechnung Kostenfolgen von Aenderungen nach Elementen und NPK-Positionen
8. Kostenkontrolle (über Verträge) Voraussetzungen: alle Projektunterlagen Unternehmer- und Lieferantenverzeichnis Aenderung Ausführungsprojekt, Ausmasse	- Gliederung in Objekte und Kontenplan - aktueller KV Gesamtprojekt - Teuerung - aktuelle Verträge - NPK - neue Nachträge zu den Verträgen
9. Schlussabrechnung (über Kostenvoranschlag) Voraussetzungen: Abnahmen Schlussrechnungen Unternehmer-, Lieferanten- und Beauftragtenverzeichnis	- Gliederung in Objekte - Kontenplan - aktueller KV - Teuerung
10. Kostenauswertung (nach Objekten, Teilsyst., Elementen) Voraussetzungen: alle Projektunterlagen Teilabrechnungen, Schlussabrechnung Pläne der ausgeführten Bauwerke	- Gliederung in Objekte - Kontenplan - Erfahrungswerte - Berechnung effektive Kosten für die Leistungseinheiten auf versch. Ebenen

Bild 36: Instrumente Kostenbeherrschung

Dabei wird insbesondere auch die Verwendung der **Kostengliederung** angezeigt. Die **Kostenkontrolle** (Schritte 4, 7 und 8) soll durchgehend über den ganzen Projektablauf gewährleistet werden, jeweils aufgrund der aktuellen Kenntnisse und Unterlagen. Deshalb wurde sie im *Bild 35* nicht bestimmten Phasen zugeordnet. Ein Beispiel für die Kostenermittlung in drei verschiedenen Schritten ist im *Bild 7* gezeigt.

1. **Grössenordnung der Baukosten** (nach Objekten)

Leistungsangaben:

. Vorstudie (SN 640 010)
Strassentyp, Linienführung, grössere Kunstbauten, Gebäudeabmessungen, Einordnung in die Landschaft
. Mengenauszüge Objekte, wichtige Teilsysteme, Landflächen

Gliederung:

nach Objekten mit wichtigen Nebenleistungen (z.B. Land, Baukosten, Honorare).

Kostenangaben:

. Kennwerte aus Analysen anderer Projekte (z.B. Fr./m2 Autobahnbrücke, Fr./m3 Bürogebäude)
. Richtpreise aus kalkulierten Standard-Objekten (z.B. Fr./m Hauptstrassen-Trasse) und ihre projektspezifische Anpassung
. Durchschnittswert über ganzes Projekte
(nur als Kontrollwert, z.B. Fr./m Hauptstrasse im Flachland inkl. Anschlüsse und Kunstbauten).

2. **Kostengrobschätzung** (nach Teilsystemen)

Leistungsangaben:

. Vorprojekt (= Generelles Projekt, SN 640 011)
Struktur und Hauptabmessungen der Objekte, Pläne üblicherweise ca. 1:1000 bis 1:200
. Mengenauszüge, Teilsysteme sowie wichtige Elemente

Gliederung:

nach Objekten und Kontenplan (variable Gliederungstiefe) mit Zusammenstellung nach Objekten und Kostenhauptgruppen

Kostenangaben:

. Erfahrungswerte aus Analysen anderer Projekte, Durchschnittswerte für Teilsysteme
. Teilsystem- und evt. Element-Katalog mit kalkulierten Kosten für Standard-Teilsysteme und ihre projektspezifische Anpassung. Durchschnittswerte über ganze Objekte (als Kontrollwerte), Risikoanalyse und Ueberprüfung von Problemzonen.

3. **Kostenschätzung** (nach Teilsystemen und Elementen)

wie Kostengrobschätzung aber **mit** Elementen und nachstehendem Bearbeitungsgrad der Leistungen.

Kostenberechnung (nach Berechnungselementen)

Leistungsangaben:

. Bauprojekt (SN 640 012, Auflagepläne)
. Mengenauszüge, Elemente
nach Objekten und Kontenplan (z.T. variable Gliederungstiefe), mit Zusammenstellung nach Objekten, Kostenhauptgruppen und Kostengruppen

Kostenangaben:

. Katalog der Berechnungselemente mit zugehörigen NPK-Positionen und Kostenrichtwerten
. eigene Berechnungselemente mit eigenen Erfahrungswerten
. Richtangebote von Unternehmern
. Vergleiche mit vorangehender Kostengrobschätzung
. Durchschnittswerte für Element- und Teilsystem-Einheiten über ganze Projekte (als Kontrollwerte), Risikoanalyse und Ueberprüfung von Problem-Elementen
. evt. Durchschnittswerte für Hauptpositionen, Risikoanalyse und Ueberprüfung von Problem-Positionen.

4. **Kostenkontrolle** (über Kostenschätzungen bzw. Kostenberechnung)

Grundlagen:

. Kostenziele Bauherr
. Varianten und Aenderungen zum Vorprojekt bzw. Bauprojekt (deren Kostenfolgen unter Kontrolle zu halten sind, was aber nicht bedeuten muss, dass ein konstanter Kostenrahmen vorgegeben ist).
. Eingegangene Verpflichtungen und vorhandene Rechnungen und Zahlungen (z.B. Projektierung, evt. Landkäufe).

Gliederung:

. **gleich** wie bei Schritten 1-3
. sekundäre Hierarchien (Zusammenfassungen) und Vektoren für besondere Zwecke (z.B. Honorarkostenkontrolle, Wirtschaftlichkeitsrechnungen, Verzeichnis der Beauftragten)

Kostenangaben:

. Schätzung bzw. Berechnung der Kostenfolgen von Varianten und Aenderungen gleich wie in Schritten 1-3
. Angebote und Verträge
  (z.B. Projektierende und Berater)
. Rechnungen
  (Projektierung, Vorinvestitionenen etc.)
. Teuerungsindex zum Vergleich von Kosten über verschiedene Zeitpunkte

5. **Kostenvoranschlag** (nach wesentlichen Positionen)

Leistungsangaben:

. Bauprojekt (SN 640 012)
. z.T.Detailbearbeitung, prov. Ausführungspläne
. Leistungsverzeichnis (z.B. aus den Berechnungselementen zusammengestellt, siehe Schritt 3)
. Vorausmass für alle wesentlichen Positionen

Gliederung:

. nach Objekten, Kontenplan und Berechnungselementen (mit Zusammenstellung nach Objekten, Kostenhauptgruppen und Kostengruppen)
. nach dem NPK Bau 2000 (mit Zusammenstellung nach Objekten, Kapiteln und Abschnitten), evt. nach EKG (Elementkostengliederung)
. Anforderungen an die Schlussabrechnung (z.B. Weisungen Bauherr, SN 640 014)
. sekundäre Hierarchien (Zusammenfassungen) und Vektoren für besondere Zwecke (z.B. Finanzierung, Berechnung Finanzbedarf in Funktion der Zeit)

Kostenangaben:

. "Standard-Positionen" (z.B. aus "Bauhandbuch" CRB bzw. "Richtpreisen Hoch-, Tief- und Untertagbau" SBV) mit entsprechenden Preisangaben und ihrer projektspezifischen Anpassung
. eigene Erfahrungswerte über Kosten von Positionen
. Richtofferten von Unternehmern
. Durchschnittswerte für übergeordnete Ebenen, Risikoanalyse und Ueberprüfung von Problem-Positionen

6. **Leistungsverzeichnis/Angebot/Vertrag** (nach Positionen oder anderen Leistungseinheiten)

Leistungsangaben:

. Bereinigtes Bauprojekt (SN 640 013)
  Detailbearbeitung, prov. Ausführungspläne
. Vergabekonzept, Unternehmer- und Lieferantenverzeichnis
. Vorausmass für alle vertraglichen Leistungseinheiten

Gliederung:

. nach Objekten und Kontenplan (mit Zusammenstellung nach Objekten, Hauptkostengruppen und Kostengruppen)
. nach dem NPK Bau 2000 (mit Zusammenstellung nach Objekten, Kapiteln und Abschnitten)
  (Elementgliederung kann einbezogen werden für Bezeichnung der Bauteile, für Mengengerüst bzw. Gliederung der Positionsmengen nach Elementen)
. evt. nach Unternehmern und Lieferanten
  (z.B. Zusammenfassen bzw. Aufteilen von NPK-Kapiteln zu Vergabeeinheiten)

Preisangaben:

. Durch Unternehmer angeboten bzw. vertraglich vereinbart

7. **Kostenkontrolle** (über Kostenvoranschlag bis zur Schlussabrechnung, Schritt 9)

Grundlagen:

. Ausschreibungsunterlagen, Angebote und Verträge mit Unternehmern, Lieferanten und weiteren Projektbeteiligten
. Varianten, Aenderungen, Kostenziele Bauherr
. Vergabe von Arbeiten und weitere Verpflichtungen

Gliederung:

. **gleich** wie bei Schritt 5
. sekundäre Hierarchien (Zusammenfassungen) und Vektoren für besondere Zwecke (z.B. Finanzierung/Subventionierung: "Kostenteiler", Honorarkostenkontrolle, Mehr-/ Minderkostenursachen)

Kostenangaben:

. aktueller Kostenvoranschlag (Schritt 5 und laufende Nachführung)
. Berechnung der Kostenfolgen von Varianten und Aenderungen gleich wie im Schritt 5
. Angebote und Verträge bzw. Nachträge
. Teuerung (z.B. für Vergleich KV-Vergabe)

8. **Kostenkontrolle** (über Verträge bis zur Schlussrechnung)

Grundlagen:

. aktuelle Angebote bzw. Verträge mit entsprechendem Leistungsverzeichnis (Schritt 6 und laufende Nachführung)
. Ausführungsprojekt
. Unternehmer- und Lieferantenverzeichnis
. Aenderungen und Nachträge zu den Verträgen
. Ausmasse

Gliederung:

. **gleich** wie bei Schritt 6
. sekundäre Hierarchien (Zusammenfassungen) und Vektoren für besondere Zwecke (z.B. Finanzbedarfs- und Projektfortschrittsberechnung, Mehr-/Minderkosten-ursachen, Teuerung, Regie)

Preise:

. gemäss vertraglicher Vereinbarung bzw. durch Unternehmer nachträglich angeboten

9. **Schlussabrechnung** (über Kostenvoranschlag)

Grundlagen:

. Abnahmen
. Ausmasse
. Schlussrechnungen der Unternehmer, Lieferanten und Beauftragten (SN 640 014)
. evt. Teil-Schlussabrechnungen

Gliederung:

. **gleich** wie Schritte 5 und 7

Kostenangaben bzw. Preise:

. aktueller KV
. gemäss Rechnungen
. Teuerung

10. **Kostenauswertungen** (nach Objekten, Teilsystemen und Elementen)

Grundlagen:

- aktuelle Pläne bzw. Pläne der ausgeführten Bauwerke
- Leistungsverzeichnisse
- erbrachte Leistungen
- Mengenermittlungen

Gliederung:

- **Gleich** wie Schritte 1, 2, 3, 5 und 6
- entsprechend den Katalog-Leistungseinheiten (*Bild 10*), also Objekt-, Teilsystem-, Elementeinheiten und Normpositionen

Kostenangaben bzw. Preise:

aktuelle Kostenschätzung oder -berechnung, Kostenvoranschlag, Angebote, Rechnungen, Schlussabrechnung, im Vergleich mit vorangehenden Kostenschätzungen etc.

Obwohl im Ablauf der Projektphasen die verschiedenartigsten Kostendarstellungen gefragt sind, erkennt man doch die **zentrale Bedeutung des Baukosten-Kontenplans**. Wenn ein Projekt in seine Objekte gegliedert ist, können in jeder Phase für jedes Objekt die Kosten nach dem Kontenplan aufgeteilt dargestellt werden. Es ist also möglich, eine **durchgängige** Kostengliederung zu verwenden, was den grossen Vorteil hat, dass eine gute Uebersicht während der Projektdauer vorhanden ist und auch keine Umbuchungen von einer Darstellung in eine andere nötig sind.

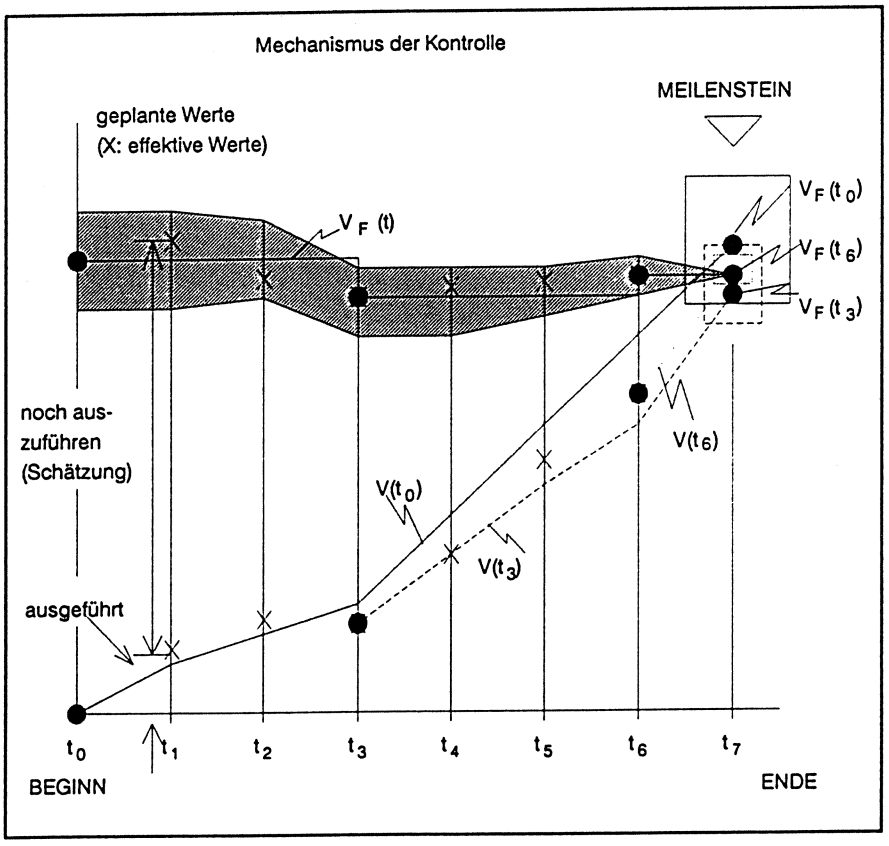


Bild 37: Etappenweise Steuerung

Auf der Basis der Kostenermittlungen (Grobschätzung der Kosten, Kostenschätzung, KV usw.) werden Darstellungen und Zusammenfassungen (Uebersichten) von Baukosten mit variablem Detaillierungsgrad erstellt. Damit wird auch der Tatsache Rechnung getragen, dass die verschiedenen Projektbeteiligten unterschiedliche Anforderungen an solche Kostenübersichten stellen. Dabei reicht das Spektrum von der gröbsten Baukostensumme bis zu den detailliertesten Aufstellungen.

Die Handhabung aller dieser Kostendarstellungen wird für alle Beteiligten natürlich dann am einfachsten, wenn alle unter der gleichen Gliederung eingeordnet sind. Bedingung dazu ist, dass die Kostengliederung auch wirklich die **Bedürfnisse der Beteiligten** deckt.

Die praktische Anwendung der Hilfsmittel wird sich nur verbreiten, wenn damit wirtschaftlich gearbeitet werden kann. Eine Bedingung dafür ist, dass die Beschreibung der Leistungen und die Berechnung der Kosten bzw. die Bildung von Erfahrungswerten **standardisiert** wird.

Im **Hochbau** bestehen bereits viele Katalog-Leistungseinheiten, und sie werden laufend ausgebaut. Im **Tiefbau** besteht noch ein beträchtlicher Nachholbedarf.

Grafische Darstellungen der Kostenfestlegung und -entstehung bieten ein anschauliches Bild des Kostenstandes und der Kostenprognosen. Im *Bild 37* ist der Mechanismus der Kontrolle bei einer etappenweisen Kostensteuerung gezeigt. Die obere Kurve ist die **Trendkurve** $V_F(t)$, die angibt, mit welchen Endkosten zum Zeitpunkt t gerechnet wird, mit ihrem Vertrauensbereich angegeben. Die untere Kurve ist die **Summenkurve** $V(t_i)$, die zeigt, wie der weitere Kostenentstehungsverlauf zum Zeitpunkt t_i vorausgesagt wird. Pro Kostenkonto werden in der Regel **mehrere Werte** (z.B. aktueller KV, Verträge/Verpflichtungen, Zahlungen, Schlussrechnungen) verfolgt, was im *Bild 38* anhand eines grossen, ausgeführten Projekts wiedergegeben wird.

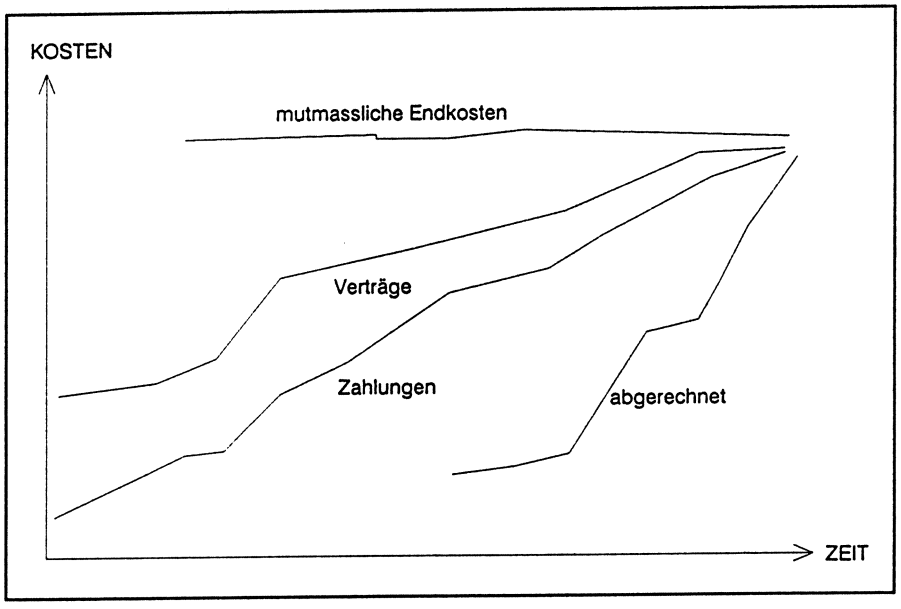


Bild 38: Kostenkontrolle

Eben wurde auch der **Detaillierungsgrad** angesprochen, was bedeutet, dass Kostenzusammenstellungen sehr ausführlich oder auch nur grob sein können. Damit solche Darstellungen Vergleiche zulassen, müssen **Zusammenfassungen** auf jeder Ebene möglich sein. Ueberhaupt sollten Soll-Ist-Vergleiche jederzeit auf aktuellem Stand durchgeführt werden, was natürlich Konsequenzen für die Datenerfassung (z.B. Ausmass) hat. Alle diese Kostendarstellungen oder -gegenüberstellun-

gen haben die Gliederung in Objekte und den Baukosten-Kontenplan als Rahmen. Aus den *Bildern 35* und *36* ist ersichtlich, wie die einzelnen Phasen und Schritte jeweils auf den Vorgängern aufbauen und so ein durchgehendes System bilden.

Nebst diesen grundsätzlichen Betrachtungen steht auch die Anwendung einer Kostenüberwachung **von Hand** oder mit **EDV-Hilfsmitteln** zur Diskussion. Grundsätzlich muss ein Kostenüberwachungssystem so einfach sein, dass eine Bearbeitung von Hand möglich ist. Dazu sollte das Konzept aber auch EDV-gerecht sein, da die Computerunterstützung heute bei komplexen oder grossen Projekten für rationelles und sicheres Arbeiten praktisch unabdingbar ist und auch bei kleineren und mittleren Projekten immer mehr EDV eingesetzt wird.

7.2 Erfahrungen aus den Praxistests

Das **hauptsächliche Ziel** der durchgeführten Praxistests war, zu prüfen, ob die Kosten bei typischen Projekten mit den im Bericht dargestellten Grundsätzen der Kostengliederung in übersichtlicher Form berechnet und dargestellt werden können. Dabei waren auch die Behandlung von Alternativen als Grundlage für Entscheide und die Durchgängigkeit als Voraussetzung für die Steuerung zu beachten.

In diesem Bericht werden nur **Anwendungsbeispiele** aus dem **Tiefbau** dargestellt, obwohl auch Untersuchungen im Bereich des Hochbaus (Erweiterung einer Industrieanlage) gemacht wurden. Im Hochbau sind bereits genügend praktische Anwendungen vorhanden, um die Zweckmässigkeit der im Bericht dargestellten Grundsätze der Kostengliederung beurteilen zu können. Im Bereich des Tiefbaus lag der Schwerpunkt der Praxistests bei den Hauptstrassen, insbesondere den Ortsumfahrungen, weil diese Projektkategorie heute und in Zukunft eine grosse Bedeutung hat und für Strassenanlagen in der Schweiz am repräsentativsten ist. Die beiden Projekte, für die Kostengliederungen erstellt wurden, haben sich in verschiedenen Phasen befunden: Die Umfahrung von Grüsch war praktisch fertig erstellt, für die Umfahrung von Strada lagen zwei Auflageprojekte vor. Als wichtige Objekte, die in den Umfahrungsprojekten nicht vorhanden waren, wurden ein Nationalstrassentunnel, eine Nationalstrassen-Talbrücke und Stützmauern untersucht. Schliesslich wurde ein kürzlich beendetes Meliorationsprojekt als Repräsentant der kulturtechnischen Bauarbeiten behandelt.

Die Praxistests führten zu folgenden **Ergebnissen**

- Die im Bericht dargestellten Grundsätze führten zu praktischen, **verwendungsfreundlichen** und transparenten Kostenzusammenstellungen auf der Objekt-, Teilsystem- und Elementebene, die sich für die Projektierung, aber auch für die Ausführung und Abrechnung eignen.
- Mit den Kostengliederungen kann die Vielfalt der Bauwerke recht gut erfasst werden. Die **Flexibilität** wurde durch die Befreiung des Kontenplans von Objektarten und dann durch die Einführung eines dreistelligen Baukosten-Kontenplans ohne den Zwang, das ganze "Bauwerk" in einer einzigen Kostenhauptgruppe unterzubringen, gewonnen.
- Im Tiefbau existieren nur wenige Katalog-Leistungseinheiten über der Ebene der Positionen. Dies bedeutete, dass z.B. die Berechnungselemente nicht einem Katalog ("Baukostendaten") entnommen und angepasst, sondern **entwickelt** werden mussten. Die Berechnungselemente sind besonders wichtig, weil sie die Verbindung zu den NPK-Positionen herstellen. Diese Verbindung sollte möglichst einfach sein, d.h. die Elemente sollten in der Hauptsache aus Positionen desselben Kapitels oder Abschnitts aufgebaut sein.

Vordergrund stehen sollte. Das hier vorgeschlagene System entspricht dem üblichen Projektierungsvorgehen besser. Es erlaubt jedoch auch eine anschliessende effiziente Erstellung der Leistungsverzeichnisse und die unbedingt erforderliche **Kostenkontrolle.**

- Die neuen Datenverarbeitungs- und Kommunikationsmöglichkeiten und die immer mehr verwendeten Datenbanken und grafischen Hilfsmittel der modernen Informatik verlangen eine **gemeinsame Sprachregelung.** Während die Verwendung der EDV noch vor wenigen Jahren hauptsächlich eine Sache von Spezialisten war, werden diese Mittel jetzt und in Zukunft immer mehr von jedem Ingenieur und Architekt, ja sogar von jedermann, eingesetzt. Bei jedem Projekt und bei verschiedenen Projektbeteiligten treten spezielle Bedingungen und Wünsche auf. Die allgemeinen Hilfsmittel müssen so **flexibel** sein, dass diese in der Regel berücksichtigt werden können.

Die Ergebnisse dieses Forschungsvorhabens und die entsprechenden Grundlagen, Erfahrungen und Begründungen führen zu folgenden **Empfehlungen:**

1. Der **Baukosten-Kontenplan** (Basisversion '90) mit seiner Verknüpfung zum NPK Bau 2000 und zur Elementkostengliederung ist mit den Anwendern im Detail zu bereinigen und dann probeweise zur Verwendung freizugeben.

2. **Der NPK Bau 2000** ist für Ausschreibungen zu verwenden. Er ist auszubauen und zu aktualisieren.

3. Die weitere Aufarbeitung und Verbreitung der **Elementmethode** sowie die Entwicklung von "Baukostendaten" für den **Hoch- und Tiefbau** ist mit konkreten Massnahmen zu fördern.

4. Eine **durchgehende Kostenbeherrschung** über den ganzen Projektablauf, unterstützt durch effiziente, moderne Hilfsmittel ist als allgemein anerkannter Stand des Fachgebiets (Sorgfaltspflicht) zu betrachten.

5. Auf der Basis der Forschungsergebnisse ist ein grundlegendes, breites **Verständnis** der Methoden der Leistungsbeschreibung und der Kostenplanung und -kontrolle durch Aus- und Weiterbildung in der Praxis zu verbreiten.

Mit diesen Massnahmen kann ein wesentlicher Beitrag zur einwandfreien, zielgerichteten und kostenbewussten Vorbereitung, Leitung, Planung, Durchführung und Beendigung von Projekten im Hoch- und Tiefbau geleistet werden.

- Die im Bericht dargestellten Grundsätze für die Kostengliederungen entsprechen allgemein den Problemstellungen und Lösungswegen der **Praxis**. Diese sind jedoch mittels grundsätzlichen Ueberlegungen zu einem **einfachen, durchgehenden System** integriert worden. **Mittelgrobe** Kostenberechnungen für Varianten und entsprechende Katalog-Leistungseinheiten und Erfahrungswerte sind ein Bedürfnis.
- Die fachmännische Kostenplanung und -kontrolle ist in der Schweiz noch **entwicklungsfähig**, insbesondere mit Blick auf die Möglichkeiten, welche die moderne Informatik bieten kann. Ein weiterer Schritt in dieser Richtung wurde mit der SIA-Empfehlung 451 und der SIA-Dokumentation 510 getan.

Insgesamt kann bezüglich der Praxistests allerdings erst von einem **guten Anfang** gesprochen werden, da für einen breiten praktischen Einsatz noch weitere Arbeiten (Berechnungselemente Tiefbau, Software) zu leisten sind.

7.3 Beurteilungen und Empfehlungen

Bei der Beurteilung der Voraussetzungen, Lösungsmöglichkeiten und Ergebnisse standen die folgenden **Anforderungen aus der Praxis** im Vordergrund:

- Einzelne gängige Kostenkennwerte (für Trassebauten, Brücken, z.T. Tunnels) lassen sich zwar mit langjähriger Erfahrung mit relativ einfachen Mitteln zutreffend ermitteln. Die heutigen Projekte sind jedoch in der Regel als Ganzes relativ komplex und wenig normierbar. Eine Kostenplanung und -kontrolle wäre aber mit einem unverhältnismässigen Aufwand verbunden, wenn jedes Projekt als **Einzelfall** behandelt würde, und Erfahrung wäre auf diese Art schwerlich zu sammeln. Dagegen bewährte sich die Erfahrungsbildung auf der Basis immer wieder vorkommender ähnlicher Objekte, Teilsysteme, Elemente, Positionen und Einsatzmittel.
- Die Vorschläge der CRB/VSS Koordinationsgruppe sind auf recht **pragmatische** Weise aus der Praxis entwickelt worden. Deshalb war es besonders wichtig, die Problemstellung auch aus der Sicht allgemeiner **Gesetzmässigkeiten** zu untersuchen. Einfache, zweckbezogene Grundlagen erleichtern die Arbeit bedeutend, erhöhen die durchschnittliche **Qualität** der Arbeiten, weil man von einem gewissen Standard ausgehen kann, und können verschiedene Fehler, die bei der Behandlung in Form von Einzelfällen vorkommen, ausschalten.
- Allgemein verwendbare **Kontenpläne** haben natürlich Vor- und Nachteile. Die Erfahrung zeigt jedoch, dass in vielen Ländern und bei vielen professionellen Bauherren seit Jahrzehnten solche Kontenpläne in der Tat verwendet werden. Während noch in den Sechzigerjahren in der Praxis beträchtliche Zweifel bestanden, ob die vielfältigen Hochbauten in einen BKP passen würden, betont die Praxis der Achzigerjahre, dass sie ohne BKP nicht mehr auskomme, und dass man ihn seiner grossen **Verbreitung** wegen nur noch bei Vorliegen sehr wichtiger Gründe ändern dürfe. Der Tiefbau braucht heute dringlich einen allgemein verwendbaren Baukosten-Kontenplan.
- Mit den heutigen Mitteln sind vor allem Grobschätzungen und detaillierte Kostenvoranschläge mit dem NPK möglich. Grobkostenschätzungen sind jedoch für die entscheidenen Phasen der Projektierung eindeutig **ungenügend**. Kostenberechnungen aufgrund von Leistungsverzeichnissen sind aufwendig und für Variantenvergleiche **schwerfällig**, weil dabei das Denken in Systemen (Objekte, Teilsysteme und Elemente) im

8. LITERATUR

(1) VSS — Pilotstudie Bauprojektkosten, VSS-K11, Subkommission 11/2, Schlussbericht IBETH, September 1984.

(2) Knöpfel, H. — "Modelle für die Leitung von Bauprojekten", Schweizer Ingenieur und Architekt, Heft 7, 1983.

(3) Berger, R. — "Bauprojektkosten - Ein Indikatormodell zur Kostenplanung und Kostenbeurteilung", Diss. Nr. 8326, ETH Zürich, 1987.

(4) CRB/VSS — Schlussbericht über die Gemeinsame Kostengliederung für den Hoch- und Tiefbau, CRB/VSS-Koordinationsgruppe, April 1987.

(5) CRB/VSS — Schlussbericht zum Konzept NPK 2000 für den Hoch- und Tiefbau, CRB/VSS-Koordinationsgruppe, April 1987.

(6) SIA — "Bauprojektkosten mit EDV", SIA-Dokumentation 510, September 1989.

(7) Rosenthaler, Ch. — "Projektänderungen und Teuerung: Zwei kritische Einflüsse auf die Kostenverfolgung", Beitrag zur GPM-Jahrestagung, Bremen, 1985

(8) Dieterle, R. — "Baubezogenes Kosten- und Terminwesen mit Computerunterstützung", SIA-Dokumentation 75, Zürich, 1974.

(9) Reist, A. — "Das Drei-Hierarchien-Modell, Konzept einer Baukostengliederung basierend auf Bauelementen", Arbeitsbericht BKP 2000, Institut für Bauplanung und Baubetrieb, ETH Zürich, November 1988.

(10) Knöpfel, H. — "Planung und Kontrolle der Bauprojektkosten", FMB/IBETH-Tagung, April 1989.

(11) Bourquin, M. — "Principes Généraux liès à la décomposition d'un projet en objects", Document d'Etudes, VSS, Sous-commission 275/2, 1990.

(12) Eggenschwiler, K. und andere Autoren — "Der neue NPK Bau 2000", Sondernummer 9/89 der Zeitschrift Strasse und Verkehr, September 1989.

(13) Schub, A. Stark, K. — "Life cycle cost von Bauobjekten - Methoden zur Planung von Erst- und Folgekosten" Verlag TÜV Rheinland, 1985

(14) Diederichs, C.D. — "Kostensicherheit im Hochbau", Deutscher Consulting Verlag, Essen 1984.

Die Kenntnis der CRB/VSS/SIA/SBV-Arbeitshilfsmittel und -Normen (BKP, EKG bzw. BKA, NPK, "Bauhandbuch", "Baukostendaten", Normen für die Projektierung, LHO, SIA-Norm 118, Kalkulationsschema SBV) wird vorausgesetzt.