Einfluss der Baumethoden auf den Entwurf von Tragwerken

Autor(en): **Pozzi, Angelo**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **IABSE congress report = Rapport du congrès AIPC = IVBH Kongressbericht**

Band (Jahr): **10 (1976)**

PDF erstellt am: **24.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-10381

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Einfluss der Baumethoden auf den Entwurf von Tragwerken

Planning of Structures and its Relationship with Construction Methods

L'influence des moyens et des méthodes de construction

ANGELO POZZI
Professor für Bauplanung und Baubetrieb
ETH Zürich
Zürich, Schweiz

Die gegenseitige Abhängigkeit von Entwurf, Ausführung und Nutzung bei der Gestaltung von Tragwerken

1. Einleitung

Wenn in den letzten Jahrzehnten die Architekten vor allem die ästhetischen Probleme und die Bauingenieure das Tragwerksverhalten eines Bauwerkes behandelten, so handelt es sich einfach um eine sehr starke Gewichtung von zwei der vielen Aspekte, unter denen ein Bauwerk betrachtet und bewertet werden muss. Durch die Mechanisierung der Bauwirtschaft, die wachsende Kritik der Benützer von Bauten und die knapper werdenden finanziellen Mittel bekommen ökonomische, ökologische, technologische und zweckorientierte Aspekte ein ständig steigendes Gewicht. Nicht nur das Zielsetzen für ein Investitionsvorhaben, sondern ebensosehr das Gestalten und Erbauen des Bauwerkes sind äusserst komplexe Vorgänge; sie sind für den Nichtfachmann immer weniger überblickbar. Er kennt normalerweise die Ausgangssituation und die Randbedingungen nicht, wertet und kritisiert lediglich das Produkt. Ob wir es wahr haben wollen oder nicht, für die Zweckdienlichkeit, die Funktionstüchtigkeit, den betriebswirtschaftlichen Erfolg oder Misserfolg, die ästhetisch ansprechende oder nichtpassende Form, den umweltfreundlichen oder umweltbelastenden Charakter eines Bauwerkes werden immer mehr die Fachleute verantwortlich gemacht. Es ist notwendig, dass wir das Bauwerk als Ganzes betrachten und das Bauen nicht nur unter ganz wenigen stark gewichteten Aspekten betrachten. Alle Aspekte sollen mit in die Betrachtung einbezogen werden und je nach der Zielsetzung für ein Bauvorhaben werden dann bestimmte Kriterien entsprechendes Gewicht erhalten. In der Folge wird der Investitionsprozess als Ganzes dargestellt und kritisch betrachtet. Auf diesem Hintergrund wird dann das Teilgebiet des Einflusses der Baumethoden auf den Entwurf der Tragwerke kurz behandelt und die Hauptprobleme für die Diskussion am Kongress in Tokio formuliert.

Für bestimmte vereinfachte Prozesse, Informationssysteme oder Entscheidungsvorgänge lassen sich selbstverständlich mathematische Modelle konstruieren und entsprechende Lösungsmethoden entwickeln. Mit diesem Bericht sollen Diskussionsbeiträge provoziert werden, die sich mit den Elementen des Problemlösungsprozesses auseinandersetzen. Von besonderem Interesse sind Beiträge, die am praktischen Beispiel die Entwicklung der Entscheidungskriterien im Zusammenhang mit der Bewertung von alternativen Konzepten zur Darstellung bringen. Es geht hier also nicht um die Darstellung von ablaufplanerischen Lösungsmethoden, sondern um die einfache Darstellung von wesentlichen Zusammenhängen im Bauprozess. Als Anwendungsgebiet soll der Entwurf und die Ausführung von Tragwerken im Vordergrund stehen.

2. Die Besonderheiten des Bauwesens

Die Bauwirtschaft unterscheidet sich nach Struktur, Arbeitsweise und wirtschaftlicher Konzeption stark von andern Wirtschaftszweigen. Die serienmässige Herstellung von Bauwerken für den Markt und die damit verbundene Werbung zur Absatzsicherung und Marktbeeinflussung fehlen praktisch. Der rationelle Einsatz von Mensch, Maschine und Kapital aber, die Auswertung von wissenschaftlichen Methoden beim Entwerfen und Ausführen von Bauten sowie die detaillierte organisatorische Bearbeitung der komplexen Prozesse sind Merkmale der stationären Industrie, die auch in der Bauwirtschaft Gültigkeit haben. Jede Baustelle gleicht infolge der Mechanisierung einer am Bauort eingerichteten Fabrik, wobei der temporäre Charakter in der Mobilität der technischen Hilfsmittel zum Ausdruck kommt. Man könnte die Bauwirtschaft als den Wirtschaftszweig der "wandernden Fabriken" bezeichnen.

Die stationäre Industrie arbeitet nach einem weitgehend selbst gestalteten Produktionsprogramm; Arbeitsablauf und betriebliche Dispositionen richten sich über längere Zeit danach. Die Baubetriebe und das Baugewerbe haben noch wenig Möglichkeiten, die Produktion nach eigenem Ermessen zu programmieren. Die Produktion wird im wesentlichen durch die Investitionsfreudigkeit der privaten und öffentlichen Bauherren bestimmt. Sie bestimmen mit Hilfe der Dienstleistungsbetriebe des Bauwesens die technischen Daten der Bauobjekte. Erst nach Abschluss dieser Vorbereitungsarbeiten werden normalerweise die Bauproduzenten zugezogen. Nach der Offertstellung und Vergabe können die dann beauftragten Unternehmer ihre Dispositionen treffen. Es handelt sich in der Bauwirtschaft nicht um eine programmierte Produktion, sondern um eine Auftragsproduktion. Die Bauleistung ist kein kontinuierlicher Vorgang, sondern eine Summe in sich abgeschlossener Einzelvorgänge.

Die komplexer werdenden Baubedürfnisse und die zunehmende Zahl der zu erfüllenden Randbedingungen bedingen einen ständig grösser werdenden Zeitraum für die Bedürfnisabklärung und den Entwurf von Bauwerken. Dieser Zeitraum beträgt in einfachen Fällen wenige Jahre,

in komplexeren Fällen aber bis zu zehn und mehr Jahren. Aehnliche Zeiträume werden oft für die Ausführung benötigt. Diese Zeiträume sind so gross, dass sich die Bedürfnisse der Investoren und Benützer während diesen Phasen ändern können und deshalb im Entwurf mitberücksichtigt werden müssen. Beispiele dafür sind heute unvollendete städtische Expressstrassen, die infolge der raschen Aenderung der Einstellung der Betroffenen vorläufig nicht zu Ende gebaut werden. Mit Bauen ist immer ein Eingriff in die Umwelt verbunden, denn Bauen bedeutet ja letztendlich auch Gestalten der Umwelt. In den dichter besiedelten Gebieten sind diese Eingriffe besser sichtbar und spürbar. Die Zweckbestimmung und Nutzungsart, sowie volkswirtschaftliche und betriebswirtschaftliche Ueberlegungen ergeben für Bauwerke im Durchschnitt eine mehrere Generationen umfassende Nutzungs- und Lebensdauer. Der Zeitraum unserer Betrachtungen ist im Bezug zur Lebensdauer eines Bauwerkes klein, man darf deshalb davon ausgehen, dass Bauen für praktische Ueberlegungen ein irreversibler Prozess darstellt. Deshalb dürfen unsere Bauwerke nicht nur dem momentanen Bedürfnis entsprechen, sondern das bauliche Konzept muss mögliche künftige Nutzungsänderungen im vernünftigen Rahmen mitberücksichtigen. Die aus ökonomischen Gründen notwendige lange Lebensdauer der Bauwerke zwingt uns, auch bauliche Konzepte zu entwickeln, die nicht nur dem momentanen Bedürfnis der geplanten Erstnutzung entsprechen, sondern mögliche künftige Nutzungsänderungen mitberücksichtigt.

Auch wenn immer mehr Einzelteile eines Bauwerkes vorgefertigt werden und sich damit eine gewisse Standardisierung der Teilprodukte ergibt, bleiben Bauwerke an Ort gefertigte Einzelprodukte, im weiteren Sinne also Prototypen. Die ständig ändernden individuellen Bedürfnisse der Investoren und Benützer, die einmalige geographische Lage und Umwelt eines Bauwerkes, die immer wieder neue kreative Leistung der Gestalter des Bauwerkes, die wechselnde Zusammensetzung der Benützer des Bauwerkes und die zufälligen Bedingungen bei der Planung und Ausführung der Bauwerke sind genügend Begründung für die vorher aufgestellte Behauptung. Wir können deshalb davon ausgehen, dass für jeden Einzelfall eine spezifische Organisation geschaffen werden muss, die den Anforderungen in der Vorbereitung und Ausführung eines Bauvorhabens gewachsen sein soll. Spätestens mit der Inbetriebnahme eines Bauwerkes wird diese projektorientierte Organisation wieder aufgelöst.

Das Problem der Beschaffung und Bearbeitung der für das Projekt relevanten Information stellt sich bei jedem Baubedürfnis wieder neu. Es geht aber nicht nur um die Informationsbeschaffung selbst, sondern die richtigen Informationen müssen zur rechten Zeit am rechten Ort in der notwendigen Menge vorliegen, damit ein fachgerechter Entscheid durch die kompetenten Instanzen gefällt werden kann. Spezielle Probleme ergeben sich deshalb, weil die wesentlichsten Entscheide über ein Bauvorhaben zu einem Zeitpunkt gefällt werden müssen, da noch wenige Informationen vorliegen. Entscheiden bei Unsicherheit kompliziert den Bauablauf enorm, macht aber das Entwerfen und Ausführen von Bauwerken erst zur interessanten Aufgabe.

Das Entwerfen, Planen und Ausführen von Bauwerken stellt also nicht nur von der gestalterischen Seite hohe Ansprüche, sondern stellt zudem einen der komplexesten praktischen Prozesse dar. Es ist deshalb gerade hier notwendig, das Konzept des Projektmanagement zu vertiefen, damit die gestalterische Arbeit besser zum Ausdruck kommt. Es geht also nicht um das "Entweder oder", sondern um das "Sowohl als auch". Es wird immer wieder versucht, die betriebswissenschaftlichen Erkenntnisse der stationären Industrie direkt auf den Bauprozess zu übertragen. Wenn wir nach neuen besseren Wegen suchen, müssen für die Lösung unserer komplexen Probleme die vorstehend beschriebenen Besonderheiten mitberücksichtigt werden.

3. Der Bauprozess

Den Bauprozess kann man in die fünf Hauptphasen

Generalplanung
Objektvorbereitung
Objektausführung
Objektnutzung
Objektliquidation

gliedern. Sie sind natürlich nicht unabhängig voneinander, sondern durch Rückkopplungen verschiedener Art miteinander verbunden. Diese fünf Hauptphasen sind je durch eine vorwiegende Tätigkeit charakterisiert.

In der Phase Generalplanung geht es vorwiegend um die Bedürfnisabklärung, das Einordnen in allfällige Gesamtpläne, die Ueberprüfung der "Feasability" des Vorhabens und die Erarbeitung der Zielsetzung für das zu entwerfende Bauwerk. Basierend auf den durch die Generalplanung erarbeiteten Grundlagen werden in der Phase der Objektvorbereitung die Vorstellungen konkretisiert. Aus verschiedenen möglichen baulichen Konzepten wird eine Lösung gewählt und als Projekt soweit bearbeitet, dass die wesentlichen Grundlagen für die Ausführung vorliegen. Eine verfeinerte Studie über die "Feasability" des Projektes ist hier angezeigt, denn mit dem Beginn der nächsten Phase ist man praktisch bereits am "Point of no return" angelangt.

Die Phase der Objektausführung basiert auf einem Plan, der den Ablauf der Tätigkeiten vorgibt. Er enthält die zeitliche Folge der Tätigkeiten, die abhängigen finanziellen Konsequenzen und legt die notwendigen Kapazitäten fest. In der Wirklichkeit werden dann kleinere oder grössere Abweichungen vom Plan auftreten, die durch unkontrollierbare, nicht voraussehbare Einflüsse oder nicht zutreffende Annahmen entstehen. Je intensiver man sich bei der Objektvorbereitung mit den möglichen Entwicklungen in der Phase der Objektausführung befasst, desto weniger wird man durch Abweichungen vom Plan überrascht. Prototypen werden normalerweise einem Testlauf unterzogen, bevor sie für den Betrieb freigegeben werden. Dieser Probelauf muss für Bauwerke in den meisten Fällen in die Phase der Objektnutzung miteinbezogen werden.

Die ersten Jahre der Nutzung einer baulichen Anlage sind also zugleich Testzeit für das Produkt. Die notwendigen Korrektur- und Garantiearbeiten müssen deshalb während der Betriebszeit vorgenommen werden. Je nach der Zweckbestimmung der baulichen Anlage werden in der Phase der Objektnutzung mehr oder weniger Anpassungs-, Abänderungs- oder Ergänzungsarbeiten zusätzlich zu den normalen Unterhaltsarbeiten anfallen. Je besser in der Phase der Generalplanung oder Objektvorbereitung die in Zukunft ändernde Nutzungsart mitberücksichtigt werden kann, desto einfacher gestalten sich diese Arbeiten. Man wird sich oft schon beim Entwurf einer baulichen Anlage auch Gedanken über die Liquidation machen müssen, denn in vielen Fällen können hohe Kosten und schwierige Probleme damit verbunden sein.

Die vielen an einem Bauprozess beteiligten Organisationen können in einige Hauptgruppen zusammengefasst werden, dabei ist für die Gruppierung die Aufteilung der Verantwortung wegleitend.

Verantwortung Gruppe Bauherr:

- Zielsetzung für die Hauptphasen des Bauprozesses
- Treffen der entsprechenden Hauptentscheide
- Koordination der Investitionstätigkeit
- Aufbau und Auflösung der Projektorganisation

Verantwortung Gruppe Baufachorgane:

- Erarbeiten der Entscheidungsgrundlagen für die Wahl unter alternativen Konzepten und Projekten
- Entwicklung und Erarbeitung technisch-wirtschaftlich optimaler Lösungen
- Realisierung der Bauprojekte

Verantwortung Gruppe Benützer:

- Erarbeitung der betrieblichen Konzepte
- Betrieb und Verwaltung der baulichen Anlagen
- Anpassung und Unterhalt im Rahmen der eigenen technischen Möglichkeiten

Verantwortung Gruppe Staat:

- Durchsetzen allgemein gültiger Vorschriften und Normen
- Erhalten des ökologischen Gleichgewichtes

BETEILIGTE / PHASEN AUFGABEN	BAUHERR	FACHORGANE		BENÜTZER	STAAT
		DIENST-LEISTUNG	AUS-FÜHRENDE		
GENERALPLANUNG	3	2	1	1	1
OBJEKTVORBEREITUNG	2	3	2	1	1
OBJEKTAUSFÜHRUNG	1	2	3	1	1
OBJEKTNUTZUNG	1	1	1	3	1
OBJEKTLIQUIDATION	1	1	3	1	1

Bild 1: Gewicht der Mitarbeit im Bauprozess durch verschiedene Baubeteiligte

AUFGABEN / BETEILIGTE		BAUHERR	PROJEKTL.	B_3	B_4	B_5							
GESAMT		E	OL			•							
UNTER-	A1												
	A2												
	A3												
TEIL-	A4												
	A5												
UM-													

KOMPETENZEN:

OPERATIVE LEITUNG
ENTSCHEIDUNG
MITSPRACHE
INFORMATIONSRECHT
etc.

Bild 2: Funktionen Diagramm

Eine Unterteilung der Gruppe Fachorgane in die Untergruppen Dienstleistung und Produktion ist durch die praktische Situation und die Problemstellung gegeben, obwohl spezifische Unternehmungen auch beide Bereiche decken. In Bild 1 ist der Zusammenhang zwischen den Baubeteiligten und den Hauptphasen des Bauprozesses dargestellt. Die Zahlen geben die Intensität des Einflusses einer Gruppe in einer Phase wieder. Wenn nun die Hauptphasen in sich weiter unterteilt werden, so erhält man in der linken Kolonne des Bildes 1 die zu bearbeitenden Hauptaufgaben des Bauprozesses. Zerlegt man zudem die Gruppen in der ersten Zeile von Bild 1 in die verschiedenen einzelnen am Bauprozess beteiligten Betriebe, Unternehmungen, Funktionäre und Lieferanten, so ergibt sich eine Aufgaben-Beteiligten-Matrix. Die Zuordnung bestimmter Kompetenzen bei der Behandlung einer spezifischen Aufgabe an einen Beteiligten wird im Funktionsdiagramm festgelegt. Dabei ist es oft sinnvoll, die Gesamtaufgabe für diesen Zweck nach andern Gesichtspunkten zu gliedern als nach dem Aspekt der logischen Folge. Dieses Funktionendiagramm (Bild 2) bildet die Basis jeder weiteren organisatorischen Tätigkeit. Darauf aufbauend lassen sich erste Pflichtenhefte für die Hauptbeteiligten ableiten und ein Konzept für den Informationsfluss erstellen.

Im Rahmen dieser Zuordnung werden die Beteiligten immer wieder unabhängig von der spezifischen Aufgabe drei Grundtätigkeiten erfüllen:

- Informationen beschaffen und aufarbeiten
- erkannte Probleme lösen
- Entscheidungen treffen.

Ueber diese Grundtätigkeiten sind die Beteiligten miteinander und die Aufgaben untereinander gekoppelt. Bevor nicht bestimmte Informationen vorliegen, können bestimmte Probleme nicht gelöst werden und entsprechende Entscheide gefällt werden. Vielfach werden in einem späteren Zeitpunkt zur Verfügung stehende Informationen einen früher gefällten Entscheid in Frage stellen. Oft entstehen spezifische Probleme erst durch zusätzliche Informationen. Der allgemeine Informationsstand ist in der ersten Hauptphase tief, trotzdem werden die wesentlichsten Entscheide gerade in den ersten beiden Phasen gefällt (Bild 3). Man ist bestrebt, mit möglichst kleinem Aufwand einen möglichst guten Entscheid zu treffen. Es stehen auch nur begrenzte Mittel für die Vorbereitung der einzelnen Entscheide zur Verfügung. In den späteren Phasen nimmt der Einfluss der Entscheidungen bezogen auf das ganze Bauwerk stark ab, wobei der Informationsstand der Beteiligten aber ständig wächst.

Versucht man nun im konkreten Fall das Lösen der anfallenden Probleme, das Aufarbeiten der relevanten Informationen, die zu fällenden Entscheidungen unter Berücksichtigung der immer vorhandenen Rückkopplungen in eine logische zeitliche Folge zu bringen, dann ergibt sich ein sehr komplexer dynamischer Ablauf, eben der Bauprozess.

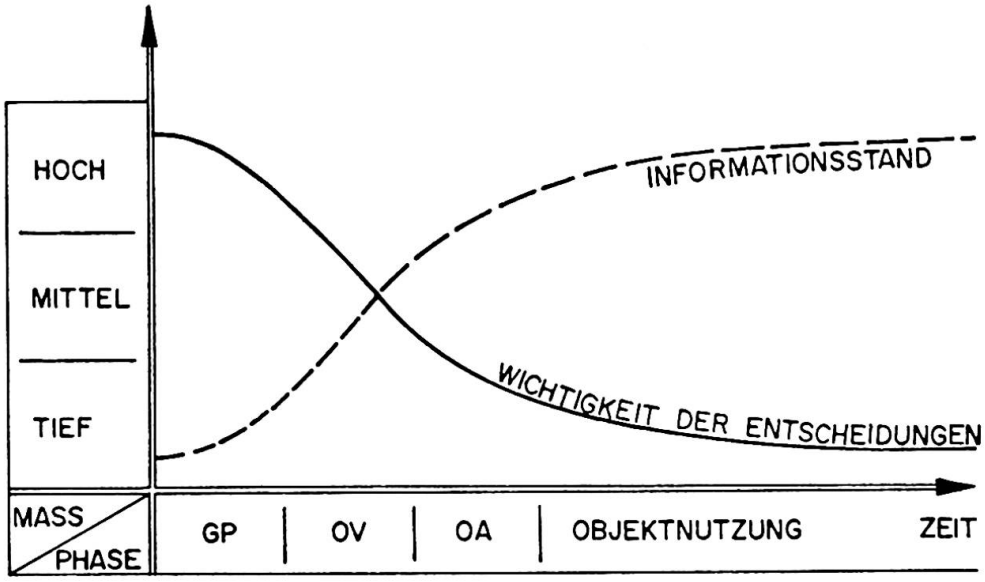

Bild 3: Informationsstand in Relation zur Wichtigkeit der Entscheidung in Funktion der Hauptphasen des Bauprozesses

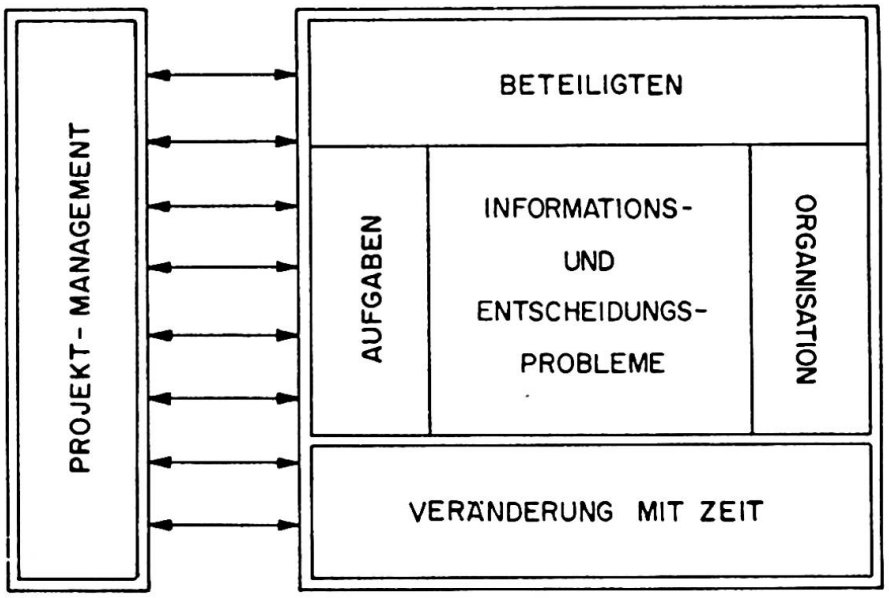

Bild 4: Die Elemente des Projektmanagementproblems

Obwohl jedes Bauwerk für sich einen Prototypen darstellt, wird es mit der Zeit möglich sein, für bestimmte Gruppen von immer wieder ähnlichen Bauaufgaben den Bauprozess so zu standardisieren, dass damit der Praxis ein echtes Hilfsmittel zur Verfügung gestellt werden kann. Da allerdings auch bei ähnlichen Bauwerken die Baubeteiligten immer wieder ändern, entsteht hier zusätzlich ein Ausbildungsproblem. Denn solche Hilfsmittel sind nur dann sinnvoll zu gebrauchen, wenn die Beteiligten die gleiche Sprache sprechen und das verwendete Hilfsmittel verstehen.

Durch die Netzplantechnik gefördert, läuft man heute Gefahr, den Bauprozess vorwiegend als logische Kette von Tätigkeiten oder Ereignissen zu sehen. Sicher gewinnt man mit dieser Darstellung eine bessere Uebersicht über den Ablauf. Schwierigere und schwerwiegendere Probleme ergeben sich durch die vielen Entscheidungssituationen; in welcher Zeit, unter welchen Aspekten, auf welchen Planungshorizont bezogen soll eine Entscheidungssituation bearbeitet werden ? Fortschritte bei der Systematisierung des Bauprozesses müssen vor allem in dieser Richtung erzielt werden. Die vielen meist voneinander unabhängigen Baubeteiligten, die vielen immer wieder unter neuen Aspekten zu bearbeitenden Aufgaben, die über die verschiedenen Phasen des Bauprozesses ständig anzupassende temporäre Organisation, der deshalb notwendigerweise komplizierte Informations- und Entscheidungsmechanismus sind die Begründung dafür, dass gerade hier ein hochqualifiziertes Management notwendig ist. Hier sind noch wesentliche Fortschritte relativ rasch möglich. Das Modell des Projektmanagement muss für unsere Bedürfnisse weiterentwickelt werden. (Bild 4)

4. Der Problemlösungsprozess

Das Problemlösen ist eine der Grundtätigkeiten im Bauprozess. Das Vorgehen beim Lösen irgendeines Problems ist immer dasselbe. Nur haben die verschiedenen Teilschritte je nach der Art des Problems eine verschiedene Bedeutung. Im Bild 5 ist ein Modell für das Vorgehen beim Problemlösen dargestellt. Wir gehen davon aus, dass der Entscheidungsträger nicht identisch mit der Sachbearbeitungsgruppe ist. Das Modell lässt sich dann in zwei Hauptteile gliedern. Im ersten Teil geht es darum, dass die Sachbearbeiter über eine umfassende Analyse des Auftrages das Problem im Sinne des Auftraggebers verstehen und auf dieser Grundlage die Zielsetzung derart verfeinern, dass ein detaillierter Kriterienplan entsteht. Eine weitere Bearbeitung des Problems erübrigt sich so lange, als der Auftraggeber und die Sachbearbeiter sich über diese erste Fassung des Kriterienplanes nicht einigen. Es ist nicht sinnvoll, eine Vielzahl von Alternativen zu entwickeln und zu bewerten, wenn man über die massgebenden Kriterien für die Bewertung nicht einig ist. Hat man sich aber geeinigt, dann sind die Grundlagen für die eigentliche kreative Arbeit gegeben. Der Entwicklung der wesentlichen Lösungsalternativen folgt deren detaillierte Analyse. Die aufgrund der vereinbarten Kriterien vorgenommene Bewertung der Alternativen er-

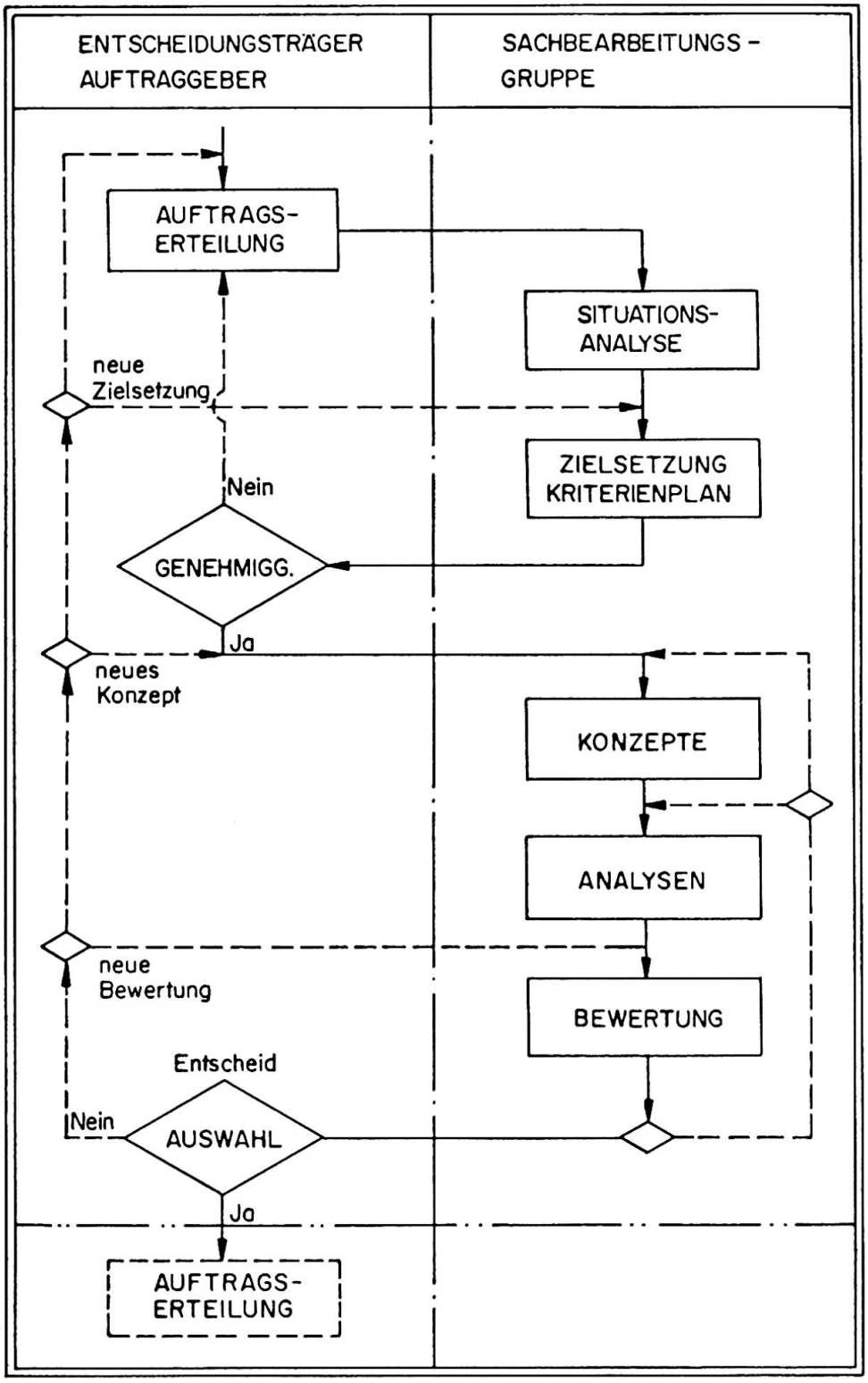

Bild 5: Problemlösungsvorgang

gibt die Entscheidungsgrundlagen für den Entscheidungsträger.

Dieses ideale Vorgehen kann in der Praxis meist nicht realisiert werden. Erst durch die Bearbeitung der Alternativen selbst erhält man oft genügend Einsicht in das Problem, um die massgebenden Kriterien zu verstehen. Auch das Entwerfen von Alternativen kann nicht ganz von der analytischen Tätigkeit getrennt werden, denn oft sieht man wesentliche Alternativen erst nach einer intensiven Analyse verwandter Konzepte. Rückkopplungen aller Art müssen also im Modell vorhanden sein. Ein Problemlösungsprozess ist dann abgeschlossen, wenn entweder der Auftrag aufgrund der Ergebnisse aufgehoben wird, oder eine Wahl für eine Alternative getroffen wurde. Wesentlich ist, dass zur rechten Zeit mit den richtigen Beteiligten eine Einigung über die anzuwendenden Kriterien herbeigeführt wird und damit klare Grundlagen für den Entwurf und die Bewertung geschaffen werden. Die Wahl ist ein Entscheid bei Unsicherheit, damit ist aber auch bei eindeutigen Vorteilen für eine Alternative noch nicht sicher, ob sich diese Wahl in der Zukunft als gut erweist.

5. Das Tragwerk als Element des Bauwerkes

Wir haben uns bisher mit dem Bauwerk und dem Bauprozess als Ganzem beschäftigt. Jene Baubeteiligten, die sich mit dem Gestalten, Entwerfen, Konstruieren, Berechnen, Produzieren, Erbauen oder Montieren des Tragwerkes auseinandersetzen, sind wie alle andern verpflichtet, ihre Aufgabe als Teilaufgabe im Gesamtprozess zu sehen und zu verstehen. Die Betrachtungen in den vorstehenden Abschnitten können deshalb ohne weiteres auf den Problembereich Tragwerk übertragen werden. Die Bedeutung der Teilaufgabe "Tragwerk" innerhalb eines Bauprozesses ist je nach Bauwerksgruppe sehr verschieden.

Handelt es sich um die Gruppe der Brückenbauten, Turmbauten, Staumauern, Off-Shore-Tragwerke, (Gruppe A) wird die Teilaufgabe "Tragwerk" praktisch zur Hauptaufgabe. In dieser Gruppe ist die Hauptfunktion des Bauwerkes eine Tragwerksfunktion. Trotzdem dürfen diese Bauwerke nicht isoliert für sich betrachtet werden, denn sie sind ja Teil eines übergeordneten Systems. Liegt dieses übergeordnete Konzept einmal fest, dann lassen sich bei dieser Gruppe einzelne Aufgaben oft so genau abgrenzen, dass sie für sich einen abgeschlossenen Bauprozess darstellen. Dieser Prozess muss lediglich auf die Zeitplanung im übergeordneten System abgestimmt werden.

Bei der Gruppe der Industriebauten, Verwaltungsbauten, Wohnbauten (Gruppe B) stellt die Aufgabe "Tragwerk" eine der wichtigeren Teilaufgaben dar. Das Funktionieren der Installationen, die Zweckmässigkeit innerbetrieblicher Dispositionen, das Erfüllen der bauphysikalischen Forderungen, das Erfüllen der ästhetischen Bedingungen als Bauwerk sind für die Funktionstüchtigkeit des Bau-

werkes ähnlich wichtige Aspekte wie das gute Tragwerksverhalten unter Gebrauchslast. Es gibt hier keine Teilaufgabe mehr, die den Rang der Hauptaufgabe übernehmen könnte und nach der sich dann alle andern Aufgaben praktisch zu richten hätten. Vielmehr hangen die Problemlösungen für die einzelnen Aufgaben stark voneinander ab. Es wird ein grosses Mass von gegenseitigem Verständnis verlangt, wenn alle Teilaufgaben im Sinne der Gesamtaufgabe gelöst werden sollen. In der Gruppe Kanalbauten, Leitungsbauten, Pistenbauten, Strassenbauten (Gruppe C) spielt die Aufgabe "Tragwerk" eine untergeordnete Rolle.

In den letzten 50 Jahren hat man im Entwerfen, Berechnen, Konstruieren und Erstellen von Tragwerken in allen Gruppen grosse Fortschritte erzielt. Der "Know how" für das Lösen dieser Aufgabe ist auf einem hohen Stand. Betrachtet man die Gesamtaufgabe oder das übergeordnete System, dann stellt man rasch fest, dass der "Know how" in bezug auf das Lösen der vielen Teilaufgaben sehr verschieden ist. Eine allen Ansprüchen gerecht werdende Brücke nützt wenig, wenn sie zu einem unzweckmässigen Strassenzug gehört. Eine hochentwickelte Tragwerkskonstruktion in einem Bürohochhaus nützt wenig, wenn die Aussenhaut die bauphysikalischen Bedingungen nicht erfüllt oder die Erschliessung des Gebäudes nicht funktioniert. Wir müssen vermehrt das Tragwerk als Teil einer Gesamtaufgabe auffassen, oder uns überhaupt intensiver mit der Gesamtaufgabe auseinandersetzen, bevor Teilaufgaben gelöst werden.

Wir haben bisher das Kernproblem, den Einfluss der Baumethoden auf den Entwurf von Tragwerken nicht besonders behandelt. Auf dem Hintergrund der vorstehenden Ueberlegungen kann man dieses Problem leicht einordnen. Im Rahmen des Bauprozesses geht es darum, wie stark der Einfluss der ausführenden Fachorgane in der Phase der Objektvorbereitung sein soll (Bild 1). Im Problemlösungsprozess für die Teilaufgabe "Tragwerk" stellt sich die Frage ob baumethodische Kriterien in der Zielsetzung aufgenommen werden oder nicht. Einen Einfluss haben diese baumethodischen Aspekte auf den Entwurf des Tragwerkes dann (Bild 5), wenn die entsprechenden Kriterien mit einem starken Gewicht in die Bewertung der Alternativen eingehen. Für Bauwerke der Gruppe A (Brücken etc.) wird das meistens der Fall sein. Bei Bauwerken der Gruppe B (Wohnbauten etc.) werden bei den baumethodischen Betrachtungen nicht nur die Aufgabe "Tragwerk", sondern auch mehrere andere Aufgaben wie "Installationen", "Aussenhaut" etc. eine Rolle spielen. Bei den Bauwerken der Gruppe C (Strassen etc.) stehen wohl die Baumethoden im Vordergrund, aber da das Tragwerk eine untergeordnete Rolle spielt, ist der Zusammenhang auf Stufe Bauwerk und nicht Tragwerk zu suchen. Es geht eigentlich weniger um den Einfluss der Baumethoden auf den Entwurf eines Tragwerkes, sondern allgemein um die Frage, wie stark sollen baumethodische Aspekte als Kriterien in der Zielsetzung für die ganze Phase der Objektvorbereitung miteinbezogen werden ? Dies ist aber eine Ermessensfrage, und kann nur am konkreten Beispiel beantwortet werden.

6. Die Hauptprobleme

Im Zentrum steht das Bauwerk, das Entwerfen und Ausführen des Tragwerkes ist eine Teilaufgabe, auch wenn in einigen Bauwerksgruppen das Tragwerk eine besondere Stellung einnimmt. Diese Teilaufgabe muss im übergeordneten System und im Gesamtbauprozess integriert verstanden und bearbeitet werden.

Der Bauprozess ist ein äusserst komplexer Vorgang. Wenn wir wesentliche Fortschritte erzielen wollen, müssen wir mehr über diesen Prozess wissen, Ursache - Wirkung - Beziehungen ergründen und in theoretische Ansätze umlegen, Ziel - Mittel - Beziehungen soweit entwickeln, bis brauchbare Technologien nicht nur für die Ausführung sondern auch für die Planung zur Verfügung stehen.

Unsere wesentlichen Entscheidungen werden bei relativ tiefem Informationsstand gefällt. Umsomehr sind wir auf Methoden angewiesen, mit denen die wichtigsten Lösungsalternativen gefunden und bewertet werden können.

Die Beiträge sollen sich auf diese drei Hauptprobleme beziehen. Es werden vor allem Erfahrungen in einfacher Form für das Anwendungsgebiet Entwurf und Ausführung von Tragwerken erwartet. Bevorzugt werden Beispiele, bei denen ein Kriterienplan vorgegeben war und eine Bewertung der Alternativen vorgenommen wurde. Der Vergleich der Ueberlegungen, die zu einem spezifischen Entscheid führten, mit den Ueberlegungen, die am ausgeführten Bauwerk gemacht werden, sind von besonderem Interesse.

7. Literatur

Brandenberger und Ruosch; "Projektmanagement im Bauwesen" 1974
Baufachverlag Zürich

Shrode, Voich; "Organisation and Management", 1974
Irwin Verlag

Rüsberg Karl; "Die Praxis des Projekt Management", 1971
Moderne Industrie Verlag, München

Zogg A.; "Projekt-Management", Dissertation ETH-Zürich
Nr. 5142, 1973

Cleland and King; "Systems Analysis and Projekt-Management", 1968
Mc Graw Hill, New York

Büchel A.; "Systems Engineering", Industrielle Organisation, 1969

8. Zusammenfassung / Summary / Résumé

Die Besonderheiten des Bauwesens werden im Vergleich zu andern Wirtschaftszweigen herausgearbeitet. Der Bauprozess wird als komplexer Vorgang in einer Aufgaben-Beteiligten Matrix dargestellt, wobei das Informationen Erarbeiten, Problemlösen und Entscheiden als die drei wesentlichen Grundtätigkeiten herausgestellt werden. Das Problemlösen wird in einem weiteren Schritt in die Grundschritte zerlegt. Die Problematik des Entscheidens bei Unsicherheit wird in diesem Rahmen beschrieben. Das Entwerfen und Ausführen von Tragwerken wird als eine Teilaufgabe in den Bauprozess eingegliedert, wobei auf die Unterschiede für verschiedene Bauwerksgruppen eingegangen wird. Die am Kongress zu behandelnden Hauptprobleme werden am Schluss beschrieben.

The particularities of the problems in civil engineering and the building industries are compared to those of other economic fields. The process governing investments in buildings and civil works is presented in a "problem - concerned - parties - matrix"; to collect data, to solve problems and to make decisions are the three basic activities in this process. In a second step the elements of the activity "to solve a problem" are described, the question of decision under uncertainty will be discussed in this context. The design and realization of structures is shown as one task in a very complex process. The most interesting problems to be discussed at the Congress in Tokyo are listed at the end.

Les caractéristiques des problèmes de génie civil et de l'industrie de la construction sont comparées à celles d'autres domaines économiques. Le processus conduisant au choix d'investissements dans les constructions et les travaux publics est présenté selon une matrice "devoirs - personnes concernées", les trois activités essentielles étant l'analyse des données, la résolution de problèmes et la prise de décisions. Dans une deuxième étape, les éléments concernant la résolution de problèmes sont analysés. La question de prises de décision lors d'incertitudes est présentée dans ce cadre. Le projet et l'exécution d'une structure représente une seule activité dans le processus de la construction, cette activité étant différenciée selon les groupes d'ouvrages. La liste des problèmes-clés à discuter lors du Congrès de Tokyo est donnée en fin d'article.