

Modelle für die Leitung von Bauprojekten

Autor(en): **Knöpfel, Hans**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **101 (1983)**

Heft 7: **Prof. Dr. Bruno Thürlimann zum 60. Geburtstag II.**

PDF erstellt am: **12.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-75067>

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.

werden für den Stahlbetonbau nach einer Berechnung mittels der Plastizitätstheorie Kontrollen der sogenannten Gebrauchsfähigkeit erforderlich. Die Neufassung der Norm SIA 162 wird hierauf besonders eingehen.

Die oben aufgeführten Überlegungen zur Berechnung von Stahlbetonrahmen nach der Theorie 2. Ordnung führen zum Nachweis ausreichender Standsicherheit, der in Form des sogenannten *Bruchsicherheitsnachweises* oder einer *Traglastermittlung* erbracht wird. Anschliessend ist noch die Gebrauchsfähigkeit des Tragwerkes zu überprüfen. Dabei wird es sich um Kontrollen einer ausreichenden Rissesicherung, insbesondere der nicht vorgespannten Riegel, sowie um eine allfällige Überprüfung der Schwingungsempfindlichkeit handeln.

Auch wenn bisweilen Einzelstabnachweise auf der Grundlage von Tafeln

durchgeführt werden, bei denen die Schnittkräfte oder die Lasten des Gebrauchszustandes die Eingangsparameter darstellen, so sind dies doch Standsicherheitsnachweise und noch keine Kontrollen der Gebrauchsfähigkeit.

Schlussbemerkungen

Die rechnerische Untersuchung verschieblicher Rahmen aus Stahlbeton unter Berücksichtigung des nichtlinearen Materialverhaltens ist mit den heutigen Hilfsmitteln zwar möglich, führt für viele Konstruktionen aber zu einem nicht vertretbaren Aufwand. Diesem Problem entsprechend wurden in diesem Beitrag *ingenieurmässige Vereinfachungen* zur statischen Beurteilung von Rahmen vorgeschlagen, z.B. den Standsicherheitsnachweis in zwei Berechnungsschritten zu erbringen. Zunächst

wird der verschiebliche Rahmen mit stabweise konstanten, sog. integrierten Steifigkeiten als Gesamtsystem behandelt. Anschliessend werden alle gefährdeten Druckstäbe herausgeschnitten, mit den Endmomenten belastet und als Einzelstäbe mit abgeminderten Biegesteifigkeiten, wie diese für den Einzelstabnachweis den Normen bzw. Richtlinien zu entnehmen sind, untersucht. Ferner wird, mit dem Ziel einer abgerundeten Aufzählung der beim Standsicherheitsnachweis zu berücksichtigenden Parameter, auch auf die Erfassung der Imperfektionen und des Betonkriechens, den Ansatz der Sicherheitsbeiwerte sowie die Kontrolle der Gebrauchsfähigkeit hingewiesen.

Adresse des Verfassers: Prof. Dr.-Ing. J. Kammerhuber, Ordinarius für Baustatik an der TH Aachen, Langwattstr. 51, 8125 Zollikerberg.

Modelle für die Leitung von Bauprojekten

Von Hans Knöpfel, Zürich

Das Denken in Systemen ist sowohl für Modelle in Baustatik und Konstruktion als auch in Bauplanung und Baubetrieb von grundlegender Bedeutung. In den Modellen auf dem Gebiet der Baustatik und Konstruktion wie auch beim Entwurf von Anlagen stehen heute die Struktur und das statische oder quasistatische Verhalten der physischen Systeme im Vordergrund. Die Betonung der Mehrheit der heutigen Modelle für die Leitung von Bauprojekten liegt auf der Entwicklung der physischen Systeme von der Idee bis zur Inbetriebsetzung und dem zugehörigen Einsatz von Personen und Sachmitteln.

Grundlagen

Allgemeines

Die Modelle für die Berechnung von *Tragwerken* sind für einen Bauingenieur ein Vorbild für professionelles Arbeiten. Besondere Anstrengungen in der Vergangenheit, die einem allgemeinen Bedürfnis nach der Sicherheit dieser Tragwerke entsprachen, führten zu einer Ingenieurwissenschaft auf diesem Gebiet, die auch in Zukunft ein bedeutendes Arbeitsgebiet der Bauingenieure bleiben wird.

Tragwerke sind ein Spezialfall für Ingenieurwerke. In einer *baulichen Anlage* kommen in der Regel viele andere Teilsysteme vor, die sich mit ähnlichen Methoden entwerfen und berechnen lassen. Wenn es zudem um Fragen der *Be-*

trieboptimierung geht, sind die Methoden der *Betriebsingenieure* zu beachten.

Die *Projektleitung* stimmt die Teilsysteme aufeinander ab und koordiniert die Arbeiten. Der Zweck der Gesamtanlage und das Machen, die Art, wie die Systeme von den Beteiligten entworfen, beurteilt und gebaut werden, sind zentral. Die Arbeit der Fachingenieure ist eine notwendige Voraussetzung.

Basismodell für bauliche Anlagen

Als grundlegendes Modell für die Koordination einer baulichen Anlage ist die Idealisierung der in Betrieb stehenden Anlage als System geeignet. Die Anlage wird also in räumliche, *physische Teilsysteme* (z.B. Elektroversorgung, Abwassernetz, Signalisationsanlage, Stanzmaschine mit Bedienung) und *Komponenten* (z.B. tragende Decke,

Motor, Rohrleitung, Person) gegliedert. Mit dieser Dekomposition ist auch die grundlegende Numerierung der Anlage- und Betriebsteile gegeben.

Die *Beziehungen* zwischen den Komponenten und Teilsystemen sind wiederum physischer Natur und damit grundsätzlich beobachtbar. Es handelt sich z.B. um Kraftübertragungen zwischen tragenden Elementen, Material- oder Energieübergaben zwischen Versorgungskomponenten, Informationsübertragungen zwischen Personen.

Die Komponenten haben *Eigenschaften*, die den Ingenieur interessieren. Ein Tragelement hat eine bestimmte Steifigkeit, eine Produktionsgruppe braucht eine bestimmte Menge Platz, ein Deckbelag hat einen bestimmten Einheitspreis, ein Anker hat eine bestimmte Vorgangsdauer für das Versetzen.

Die physischen Teilsysteme und das Gesamtsystem der baulichen Anlage haben eine *Systemgrenze*, die durch den Gestalter des Systems ebenso festzulegen ist wie die Systemstruktur und die zu berücksichtigenden Umweltkomponenten. Beziehungen, die diese Abgrenzungen durchschneiden, werden als *Schnittstellen* bezeichnet (Bild 1).

Das Gesamtsystem, die Teilsysteme und die Komponenten haben Funktionen im Rahmen der *Zielsetzung* für die bauliche Anlage und eine Stelle (Management), die die Erfüllung der Funktio-

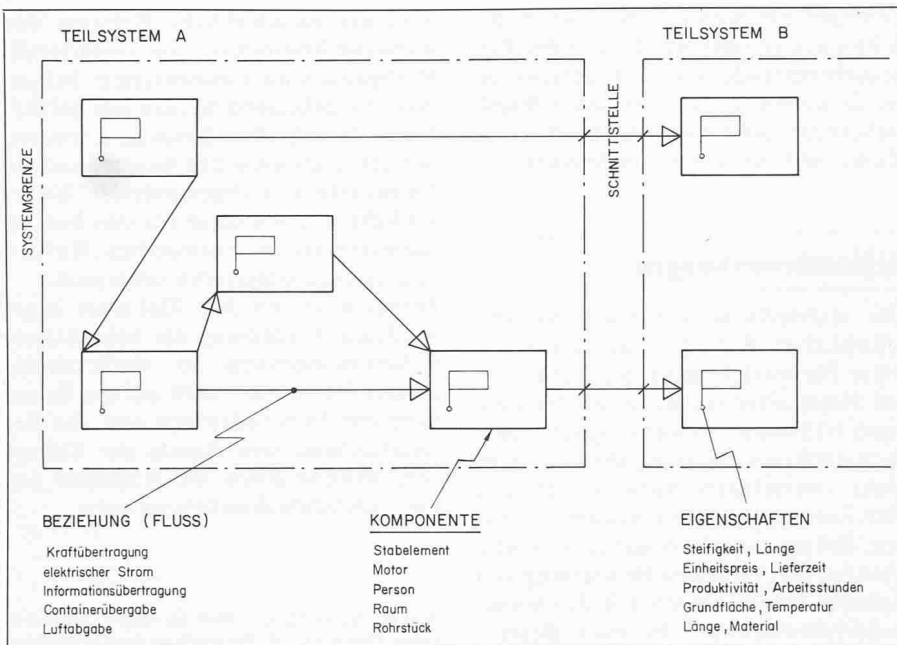


Bild 1. Basismodell für bauliche Anlagen

nen kontrolliert. Die Erfüllung der Funktionen wird durch die obengenannten Eigenschaften gewährleistet.

Zu den vorrangigen physischen Systemgrenzen können übereinstimmende oder abweichende organisatorische Abgrenzungen hinzugefügt werden. Eine Ausschreibung kann z.B. eine Tragkonstruktion aus Stahl exkl. Fundation umfassen, ein Ingenieurbüro kann z.B. mit der Projektierung der sanitären Installationen und der Druckluftanlage beauftragt werden, die Kosten können nicht nur nach Kostenstellen, sondern auch nach Kostenarten zusammengefasst werden.

Berechnung und Entwurf von Tragkonstruktionen

Tragwerke können als Systeme, die Kräfte übertragen können, ohne aus dem Gleichgewicht zu geraten, charakterisiert werden. Berechnung und Entwurf sind mit folgenden Hauptaspekten verbunden:

- Die äusseren Einwirkungen (insbesondere die Belastungen) sind zu bestimmen,
- die geometrische Struktur und Gestalt sind zu entwerfen,
- die Eigenschaften der Komponenten (abhängig von Material und Abmessungen) sind festzulegen,
- die Kraftübertragung über die Komponenten und Teilsysteme ist zu berechnen,
- die Zulässigkeit und Optimalität des Entwurfs bezüglich der Zielsetzung sind zu prüfen.

Diese Aspekte sind nicht eine einmal zu absolvierende Sequenz von Arbeitsschritten, sondern es kommen Rückkopplungen vor [4]. Die Aspekte gelten

sowohl für das ganze Tragsystem als auch für Teilsysteme und Komponenten.

Das Denken in Systemen eignet sich als Grundlage für die Berechnung und den Entwurf von Tragwerken. Dasselbe kann für die Berechnung und den Entwurf anderer Teilsysteme von baulichen Anlagen (z.B. Elektroversorgung, Transportwege, Klimaanlage) gesagt werden.

Entwurf und Koordination baulicher Anlagen

In Betrieb stehende bauliche Anlagen produzieren ein Sortiment von Sach- und Dienstleistungen (Güter). Entwurf und Koordination baulicher Anlagen sind mit folgenden *Hauptaspekten* verbunden:

- Die von der Anlage zu erbringenden Produktionsleistungen sind zu bestimmen,
- die geometrische Struktur und Gestalt der Anlage sind zu entwerfen,
- die Eigenschaften der Komponenten (Bearbeitungsstellen) und ihre Bedürfnisse (Platz, Medien) sind festzulegen,
- die Material-, Energie- und Informationsflüsse sind zu berechnen,
- die Zulässigkeit und Optimalität des Entwurfs bezüglich der Zielsetzung sind zu prüfen.

Da es hier um die gesamte Anlage geht, haben alle Teilsysteme einen Einfluss auf die Zulässigkeit und Optimalität des Entwurfs. Es ist ein Vorgehen für die stufenweise Erarbeitung und Abstimmung des Produktionssystems und der Teilsysteme zu finden.

Das Denken in Systemen und das Basismodell für bauliche Anlagen erweisen

sich als geeignete Grundlage für den Entwurf und die Koordination baulicher Anlagen.

Leitung von Bauprojekten

Die Projektleitung setzt die Mittel während der Projektdauer so ein, dass die vorgesehenen Betriebszwecke der baulichen Anlage optimal erfüllt werden können. Die folgenden Aspekte haben dominante Bedeutung:

- Die gesamte Anlage und ihre Umgebung sind als System zu erfassen,
- das Vorgehen während der gesamten Projektdauer ist zu entwerfen,
- der Einsatz von Personen und Sachmitteln ist als Projektorganisation festzulegen,
- das Zielsystem für die Optimierung von Anforderungen und Kosten ist zu ermitteln.

Die Projektorganisation ist ein neues System von Personen und Sachmitteln, das dazu eingesetzt wird, um den Gesamtauftrag zu erfüllen. Formell können die Vorgänge im Ablaufplan ebenfalls als System betrachtet werden. Auch die Zielsetzung kann als informationelles System gegliedert und quantifiziert werden. Es wird im folgenden gezeigt, dass das Basismodell für bauliche Anlagen durch weitere Modelle zu ergänzen ist, sich jedoch auch als Grundlage für diese Systeme eignet.

Systemstudien

Bedeutung

In der Methodik des *Systems Engineering* [2] liegt die Betonung auf dem *Vorgehen* für die Systemgestaltung und -realisierung. Im Rahmen einer allgemeinen Methodik für die Leitung von Bauprojekten erscheint es als notwendig, auch der *Struktur* der Systeme eine mindestens gleichwertige Bedeutung zuzumessen. Das zuvor dargestellte Basismodell für bauliche Anlagen zeigt die physische Gliederung der Anlage, der Aspekt des Vorgehens wird später behandelt.

Durch das Verständnis des physischen Systems erhält die Projektleitung die technische Grundlage für die Beurteilung von wirtschaftlichen, terminlichen und organisatorischen Fragen. Ohne dieses Verständnis sind gewisse Arbeiten im *Stab* der Projektleitung möglich (z.B. Zusammenstellen aktueller Kostenschätzungen und Terminangaben Dritter, formelle Kontrolle von Verträgen, geordnetes Sitzungswesen), nicht aber die kompetente Leitung eines Projekts in *Linienfunktion*.

Die Gliederungen und Bezeichnungen, die als Ergebnis der Systemstudien festgelegt werden, sind als Basis für zahlreiche *Anwendungsgebiete* (Kostenvoranschlag, Ausschreibung, Protokolle, Pläne, Bauprogramme, Korrespondenz) zu betrachten. Die Projektorganisation muss diesbezügliche Änderungen sicher verarbeiten können.

Betriebskonzepte und Layouts

Die Betriebsoperationen, die in einer baulichen Anlage stattfinden, werden in Form von *Material- und Informationsflussschemata* dargestellt (Bild 2).

Der Layout ist eine *massstäbliche* Darstellung des Ortes der Anlagenteile. Die Bearbeitungseinheiten und die Material- und Informationsflüsse können darin eingezeichnet werden.

Grundlage für die Betriebskonzepte und Layouts sind die zu erbringenden Leistungen der Anlage und die zugehörigen Produktionsmethoden und -bedingungen. Es ist entscheidend, dass die Projektleitung diese Grundlagen stufenweise abklärt und unter Kontrolle behält, sonst können die Betriebskonzepte und Layouts selbst auch keine verlässliche Grundlage für die Projektierung und Ausführung sein.

Das Produktionssystem eines *ausführenden Unternehmers* auf der Baustelle lässt sich ebenfalls in Form von Layouts und Materialflussschemata darstellen (Baustelleneinrichtungsplan). Es bestimmt jedoch im allgemeinen die zu bauende Anlage nicht, sondern wird daraus abgeleitet.

Technische Systeme

Die bauliche Anlage und die Teilsysteme werden normalerweise nicht durch die Projektleitung gestaltet. Diese soll jedoch das Wesentliche dieser physischen Systeme verstehen und hat die Möglichkeit, im Rahmen der Zielkontrolle darauf Einfluss zu nehmen. Die technischen Systeme können wiederum als Schemata, welche die Komponenten, Verbindungen und die Material- und Energieflüsse zeigen, oder als massstäbliche Pläne dargestellt werden.

Die Systemgliederung ermöglicht eine *Projektrealisierung über Teilziele*, indem die Projektleitung während beschränkter Zeit einem Teilsystem bewusst besondere Aufmerksamkeit schenkt, um es auf den gewünschten Bearbeitungsstand zu bringen. Unklare oder komplizierte technische Systeme sind oft ein Zeichen einer ungeeigneten Bearbeitung und bringen für die Projektierung, Koordination, Ausführung

und den Betrieb immer wieder terminliche Schwierigkeiten und zusätzliche Kosten.

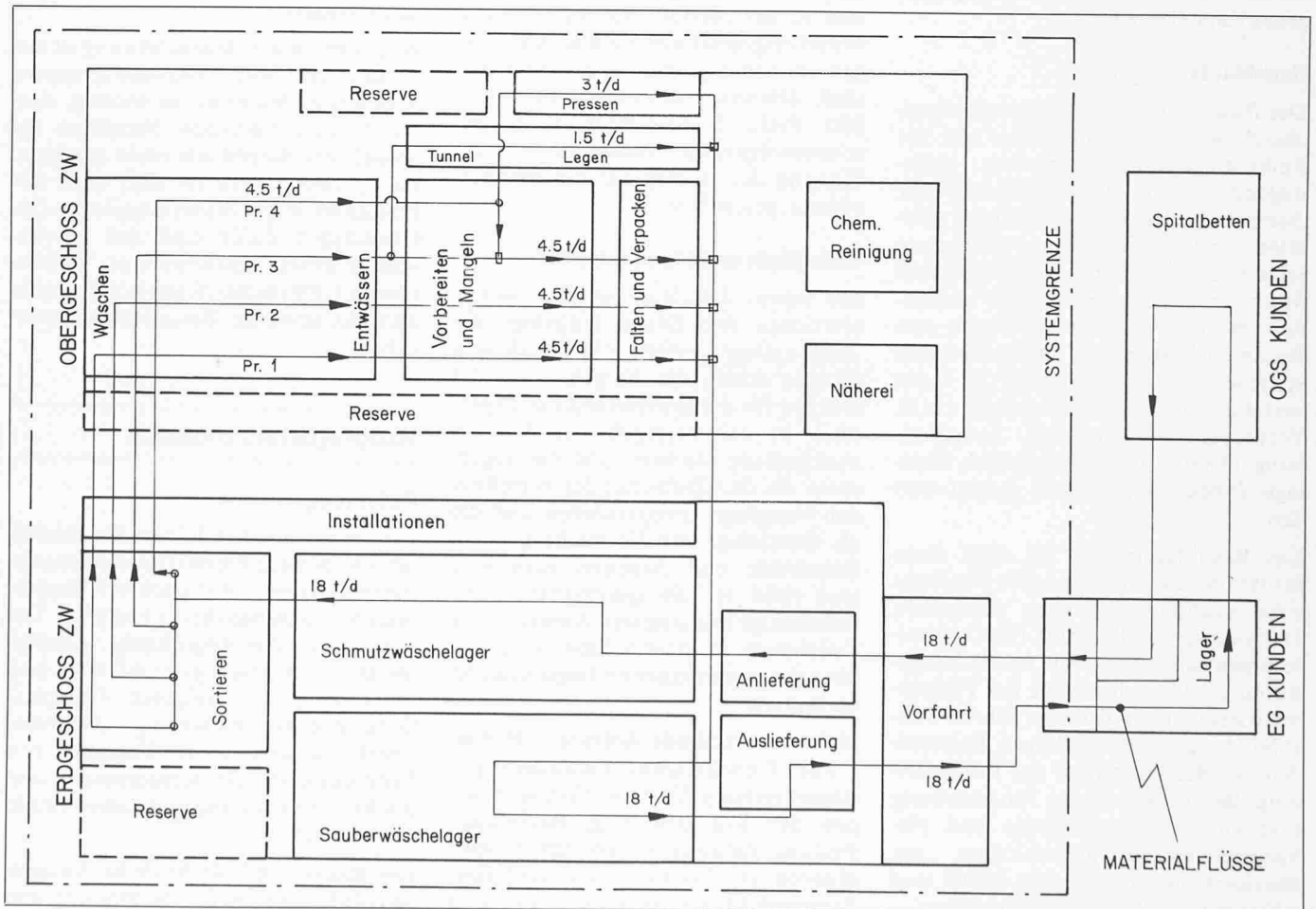
Bauprojekttablauf

Bedeutung

Mit der Planung und Kontrolle des Bauablaufs wird die *Zeit* als neue zentrale Variable eingeführt. Es geht dabei nicht um das dynamische Verhalten eines praktisch unveränderlichen Systems, wie dies bei der Berechnung der Tragwerke und anderer technischer Systeme manchmal berücksichtigt wird, sondern um die *Entwicklung* der baulichen Anlage selbst.

Das Basismodell für bauliche Anlagen soll als Grundlage für die Planung und Kontrolle des Bauablaufs eingesetzt werden. Die Entwicklungsphasen des physischen Systems können in Form von *Phasenplänen* dargestellt werden. Die in einer Projektierungs- bzw. Bauausführungsphase bearbeiteten bzw. in Betrieb stehenden Komponenten können in einem abstrakten Modell des physischen Systems oder in massstäblichen Plänen farbig angelegt werden. Wenn in einer Anlage, die sich im Bau befindet, zugleich Betriebsoperationen

Bild 2. Beispiel eines Betriebskonzeptes und Layouts



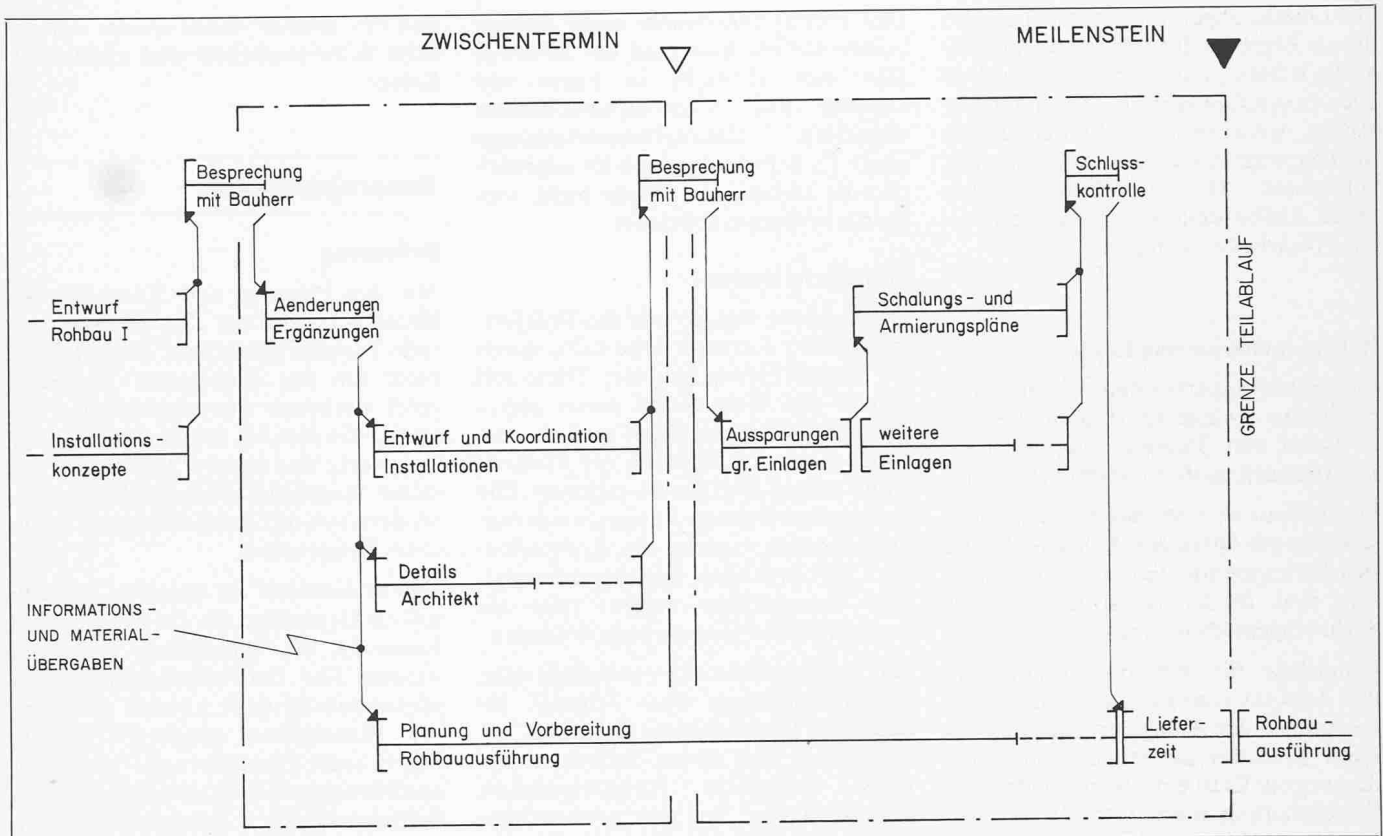


Bild 3. Ausschnitt aus einem Bauablauf

stattfinden oder wenn Montageüberlegungen den Entwurf des Systems beeinflussen, werden die Phasenpläne auch für die Systemstudien (vgl. vorangegangenes Kapitel) wichtig.

Bauablaufkonzepte

Das *Basismodell* ist jedoch *nicht hinreichend*, weil es die Zeitachse und die Reihenfolgegesetzmassigkeiten ungenügend wiedergibt. *Zeitmassstäbliche Netzpläne* oder Vereinfachungen derselben sind für die Leitung von Bauprojekten als zusätzliches grundsätzliches Modell notwendig. Es ist aber wesentlich, dass die Netzpläne wiederum vom Basismodell ausgehen, indem die Teilsysteme und Komponenten in ihren verschiedenen Bearbeitungsstufen (z.B. Vorprojekt, Hauptprojekt, Ausschreibung, Detailprojekt, Fabrikation, Montage, Probeläufe, Betrieb) gezeigt werden.

Ein Bauablaufmodell [6] zeigt diese Strukturierungseinflüsse. Die Vorgänge sind organisatorisch nach physischen Teilsystemen und zeitlich (und teilweise organisatorisch) nach Bearbeitungsstufen *geordnet*. Im Sinne der Projektrealisierung über Teilziele führen Teilabläufe logisch zu wichtigen Entscheidungen des Bauherrn oder der Projektleitung. Bei der konkreten Ausgestaltung sind ausführungstechnische und planungstechnische Reihenfolgen, ein zweckmässiger Einsatz der Mittel und jahreszeitliche Einflüsse zu beachten.

Nachdem ein gutes Vorprojekt fertiggestellt und genehmigt ist, soll die *Bauausführung* einen starken Einfluss auf die Projektierungsprioritäten haben, weil in der Ausführung die teuersten Mittel eingesetzt werden und Änderungen kostspielig bis undurchführbar sind. Allerdings soll dies nicht um jeden Preis, insbesondere nicht bei schwerwiegenden Nachteilen für die Eignung der Anlage für die Betriebszwecke, geschehen.

Teilabläufe und Standardabläufe

Mit einem *Teilablauf* werden im wesentlichen drei Dinge festgelegt: die *Ausgangslage*, welche die beauftragte Gruppe erhält, das *Vorgehen*, das die Gruppe für die Erarbeitung der Ergebnisse in der vorgegebenen Zeit als zweckmässig erachtet, und die *Ergebnisse*, die den Zielpunkt der betreffenden Vorgänge konkretisieren und die als Grundlage für die nachfolgenden Entscheide und Arbeiten notwendig sind (Bild 3). Die systematische und rechtzeitige Planung und Kontrolle der Teilabläufe in diesem Sinn ist gegenüber der systematischen Improvisation vorteilhaft.

Sich wiederholende Abläufe (z.B. Entwurf-Genehmigung-Finalisierung, Ausschreibung-Vergabe-Vertrag, Etappen der Bauausführung, Rechnungsprüfung-Zahlung) lassen sich standardisieren. Die Projektleitung wird diese *Standardabläufe* besonders sorgfältig

modellieren, da auf dieser Basis anschliessend eine grosse Menge Detailarbeit geleistet wird.

Mitteinsatz

Besonders in der Bauausführung ist der Einsatz der Mittel (Arbeitergruppen, Maschinen, Material) so wichtig, dass die zeitmassstäblichen Netzpläne als Modell des Bauablaufs nicht genügen. Im *Cyclone-Modell* [5] wird auch der Einsatz wichtiger Mittel dargestellt. Die Grundlagen dafür sind das oben erwähnte *Produktionssystem* des ausführenden Unternehmers auf der Baustelle und das gewählte Bauausführungsverfahren.

Bauprojektorganisation

Bedeutung

Die im allgemeinen höhere Produktivität und bessere Produktqualität spezialisierter Arbeit führt auch bei Bauprojekten zu *arbeitsteiligem Vorgehen*. Damit werden die Abgrenzung, Abstimmung und Zuweisung der Arbeiten und Funktionen an geeignete Organisationseinheiten notwendig. Informationsflüsse sind für die Übergabe von Teilprodukten, die Koordination und die Auftragserteilung und Zielkontrolle erforderlich.

Das Basismodell für bauliche Anlagen soll als Grundlage für die Planung und

Kontrolle der Bauprojektorganisation verwendet werden. Die *zuständigen Stellen* können für jede Komponente, jedes Teilsystem und die ganze Anlage angegeben werden. Die *Aufgaben*, welche die Bauorganisation zu erfüllen hat, können im wesentlichen aus dem Bauprojektplan entnommen werden.

Organisationsformen

Basismodell und Bauablaufmodell sind jedoch nicht hinreichend, weil sie die Eignung und Auslastung der beauftragten Personen und Organisationen sowie die Informationsflüsse nicht genügend darstellen. *Organigramme* mit Stellenbeschreibungen und Informationsflüssen in der Bauorganisation sind für die Leitung von Bauprojekten als zusätzliches Modell notwendig. Es ist jedoch wesentlich, dass die Organisationsschemata wiederum vom Basismodell ausgehen, indem die beauftragten Stellen die dort definierten Teilsysteme und Komponenten bearbeiten.

Nachdem auch das Bauablaufmodell nach den physischen Teilsystemen geordnet war, entsprechen die den Organisationseinheiten zugeordneten Teilgebiete in der Regel diesen Teilsystemen (Bild 4). Zudem wird die Bearbeitungsstufengliederung zur Aufteilung der Arbeit benützt (Entwurf, Detailprojekt, Ausführung, Betrieb). Mit den beauftragten Gruppen erhält die Projektleitung nicht nur ein Mittel zur Erledigung eines Auftrags, sondern

auch Persönlichkeiten und Organisationen mit selbständigen Interessen.

Im Sinne der Projektrealisierung über Teilziele wird die beauftragte Organisation über einen Teilablauf praktisch konstant gehalten, also nicht laufend geändert. Wesentliche *Entwicklungsstufen* der Bauorganisation sind vor oder bei Beginn einer wichtigen Projektentwicklungsstufe (z.B. Beginn Hauptprojekt) anzusetzen. Neben dem organisatorischen Arbeitsschub ist dabei der Aufbau persönlicher Kontakte wichtig.

System- und Reglermodell

Die Bauorganisation lässt sich offensichtlich selbst als *System* von Personen und Sachmitteln darstellen. Formelle und informelle Gruppen (Teilsysteme), die sich für die Zuweisung von Aufgaben und Mitteln und die Managementkontrolle eignen, lassen sich bilden bzw. beobachten.

Die Reaktion organisatorischer Systeme auf zugewiesene oder selbst erkannte Aufgaben kann in Form des *Reglermodells* dargestellt werden [7]. Bearbeitungen und Informationsflüsse werden aufgrund definierter Kriterien ausgelöst.

Bauprojektziele

Bedeutung

Bauliche Anlagen werden selten als Selbstzweck errichtet, in der Regel sol-

len sie imstande sein, bestimmte Dienst- und Sachleistungen im weiten Sinn zu produzieren. Dies ist der Grund, weshalb der *Bauherr* seine finanziellen Mittel für das Projekt einsetzt. Durch das Bauprojekt werden aber auch *andere Ziele* tangiert, z.B. werden Verdienstmöglichkeiten geschaffen, aber auch neue Immissionen.

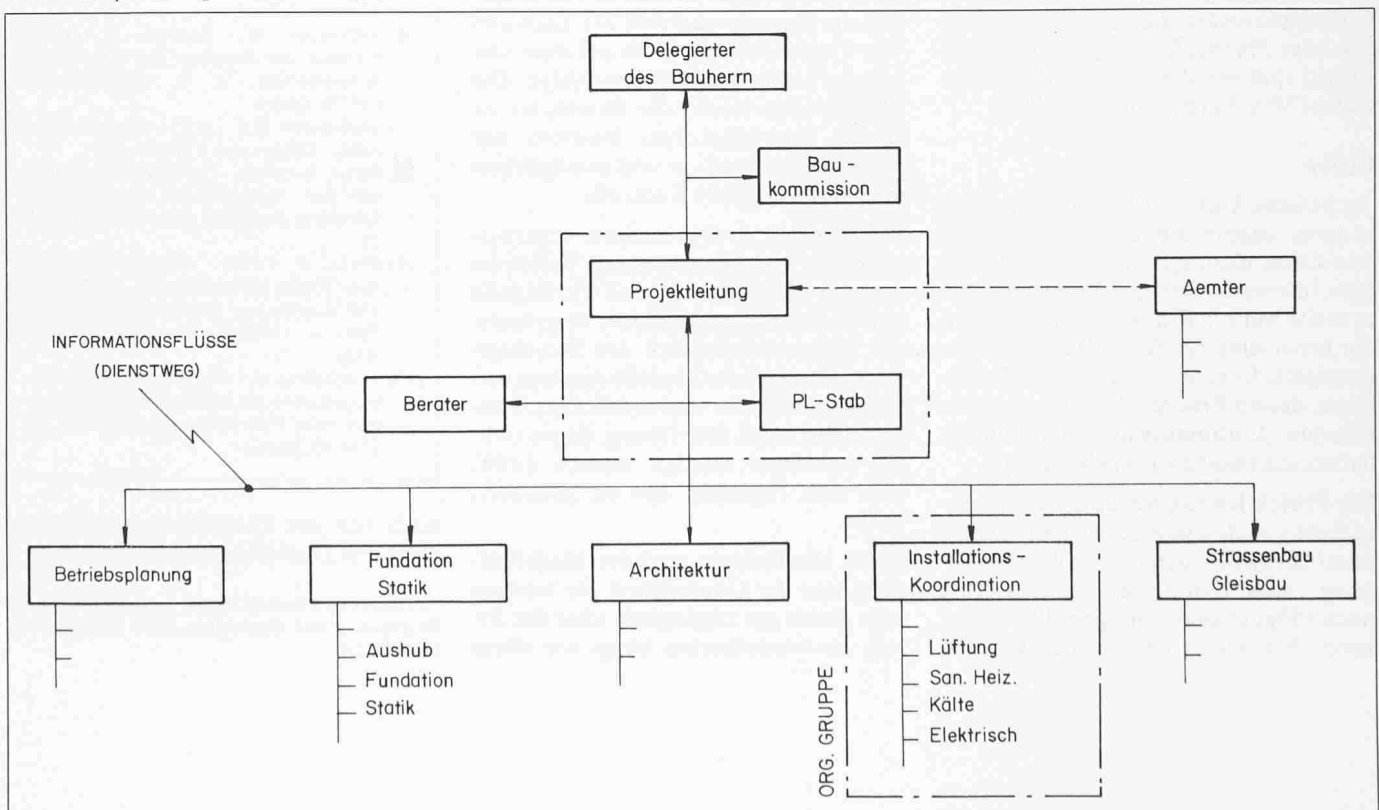
Das Basismodell kann wiederum als Grundlage verwendet werden, indem z.B. die physischen Komponenten und Teilsysteme mit *Preisschildern* und *Leistungsangaben* versehen werden. Der Kostenvoranschlag und die Kostenüberwachung sollen entsprechend dieser Systemgliederung aufgebaut werden. Die Teilsysteme eignen sich in der Regel als Kostenstellen für die Betriebsabrechnung.

Zielvorstellungen

Mit der Optimierung der Anlageteile im Hinblick auf verschiedene Ziele sind *Zielfunktionen*, z.B. für Nutzwertanalysen [8], einzuführen. Auf rein technische Weise ist die Optimierung nicht möglich. Die Ziele sollen auch nach interessierten Organisationen und Personen gegliedert werden. Neben den am Projekt direkt Beteiligten (vgl. vorangegangenes Kapitel) soll die Projektleitung auch Organisationen der Umwelt (Nachbarn usw.) berücksichtigen.

Die Preise und die verlangten Qualitätsanforderungen an die Komponenten erweisen sich als unzureichende Grundlage für eine Beurteilung von

Bild 4. Beispiel Bauorganisation. Detailprojekt Rohbau



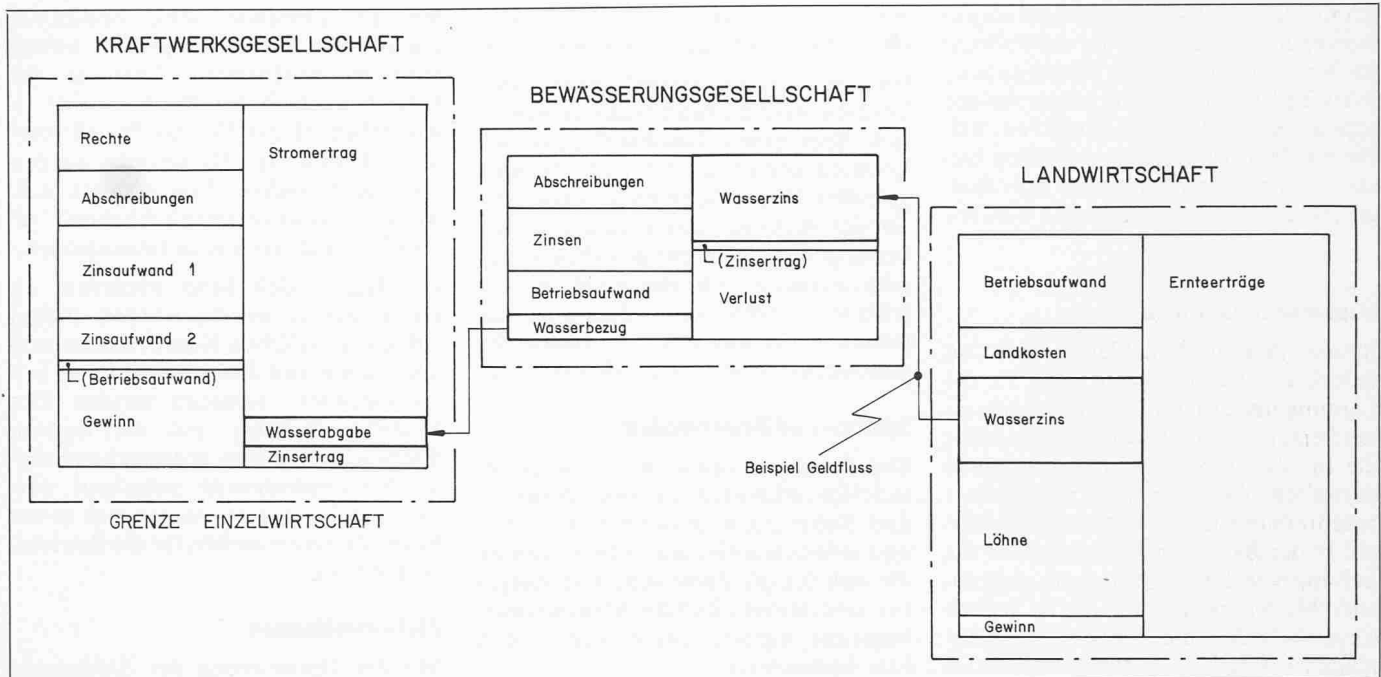


Bild 5. Beispiel Projekt-Erfolgsrechnung für das Jahr 1995

Bauprojekten und der vielen Lösungsmöglichkeiten für Teilsysteme. Geplante *Erfolgsrechnungen* für die bauliche Anlage und einzelne Beteiligte mit einem Aufwand- und Ertrags-Teilmodell bilden den Hintergrund für die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit. Baukosten beeinflussen in der Betriebsrechnung die Aufwandseite, Qualitätsanforderungen können beide Seiten (z.B. geringere Unterhaltskosten, bessere Produkte) tangieren (Bild 5).

Die am Projekt beteiligten Organisationen sind auch an den finanziellen Auswirkungen interessiert. Geplante Bilanzen oder *Finanzpläne* zeigen ihnen den Bedarf und die Beschaffung der finanziellen Mittel in Funktion der Zeit.

Risiko

Technische Unsicherheiten, Preisänderungen, unzureichende Arbeitstechnik und Zeitschätzungen, nicht berücksichtigte Interessen und gedrückte Honorare sowie weitere Einflüsse verunsichern die *Erreichung der Teilziele* und des Gesamtziels. Es geht darum, einen Zielbereich, dessen Flächenelemente eine bestimmte Eintretenswahrscheinlichkeit haben, sukzessive zu verkleinern [9].

Die Projektleitung hat eine beschränkte Zahl von *Größen* zu wählen, die sie unter *Kontrolle* behält – mit der Meinung, dass damit der Projekterfolg nach Möglichkeit sichergestellt werden kann. Sie wird ihre Aufmerksamkeit

auf die wesentlichen Größen konzentrieren, deren Unsicherheit die Erreichung der Projektziele im betreffenden Zeitpunkt am meisten gefährdet, und die betreffenden Unsicherheiten durch Bearbeitungen und Entscheide zu reduzieren versuchen [10].

Schlussbemerkungen

Die eigene Erfahrung ist nicht die einzige Lehrmeisterin, sowohl auf dem Gebiet der Berechnung und des Entwurfs von Tragwerken als auch auf dem Gebiet der Leitung von Bauprojekten. Die *Modelle* motivieren die Bearbeiter zu einem diesbezüglichen Studium der praktischen Situation und ermöglichen eine diesbezügliche Kontrolle.

Das Denken in technischen, organisatorischen und ökonomischen Systemen und die Identifikation und Verfolgung von Teil- und Gesamtzielen vergrößert die Wahrscheinlichkeit des Projekterfolgs. Vorzügliche Modelle machen den gut ausgebildeten und erfahrenen Bauingenieur nicht überflüssig, da sie richtig verwendet werden müssen (wohl aber den Forscher, der sie gefunden hat).

Nicht alle Gebiete sind der Modellbildung und der Genauigkeit der Vorhersage gleich gut zugänglich, aber der Erfolg des Modellierens hängt vor allem

Literatur

- [1] Churchman, C.W. (1974): «Systemanalyse», Verlag Moderne Industrie, München
- [2] Daenzer, W. (1978/79) (Hrsg.): «Systems Engineering», 2. Auflage, Verlag Industrielle Organisation, Zürich
- [3] Knöpfel, H., Wiesmann, J. and Kiefer, H. (1982): «Coordination of a Complex Sewage Treatment Enlargement Project». Proceedings 7th Internet World Congress, Copenhagen
- [4] Nagel, P., Rupp, M. (1979): «Eine neue Planungsauffassung: der Systems Approach». IVBH Journal J-7/79
- [5] Halpin, D., Woodhead R. (1976): «Design of Construction and Process Operations». Wiley, New York
- [6] Füllemann, H., Knöpfel, H. (1981): «Ablauf von Projekten im Bauwesen». Arbeitsbericht Nr. 2, IBETH-Projekt 010/75, Zürich
- [7] Stirmemann, K.E. (1972): «Betriebskybernetik». Dissertation ETH Zürich
- [8] Meier, E. (1982): «Die Bewertungsmethodik der Nationalstrassenüberprüfung». Schweizer Ingenieur und Architekt, Heft 29
- [9] Pozzi, A. (1980): «Schlussfolgerungen zum Thema Management in der Planung und Ausführung grosser Bauvorhaben». Proc. 11. IVBH Kongress, pp. 339-344, Wien
- [10] Lichtenberg, S. (1981): «Real World Uncertainties in Project Budgets and Schedules». Joint PMI/Internet Symposium, pp. 179-193, Boston

auch von der Qualifikation, Anstrengung und Disziplin der Forscher ab.

Adresse des Verfassers: Dr. H. Knöpfel, Institut für Bauplanung und Baubetrieb, ETH Höngerberg, 8093 Zürich.