

Fachhochschule Kärnten

Carinthia University of Applied Sciences

Villacher Straße 1

9800 Spittal an der Drau

Tel : 0043(0)5/90500-0, Fax: -1110

info@fh-kaernten.at

www.fh-kaernten.at



STUDIENGANG „BAUINGENIEURWESEN“

D I P L O M A R B E I T

„Praktiken und Systeme zur Organisation und Steuerung von Baustellen aus dem Blickwinkel der Baukybernetik“

zur Erlangung des akademischen Grades

Dipl.-Ing.

für

„Bauingenieurwesen - Projektmanagement“

Autor/in: Harald Fuchs, BSc

Matrikelnummer: 0810292002

Erstbetreuer/in: Dipl.-Ing. Dr. techn. Otto Greiner

Zweitbetreuer/in: Dipl.-Ing. Dr. techn. Hans Steiner

(Ort und Tag der Abgabe)

Stempel des Studienganges

Name: Harald Fuchs, BSc
Matrikelnummer: 0810292002
Geburtsdatum: 26.04.1980
Adresse: Schnürberg 9
A - 4793 St. Roman

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre hiermit, die Diplomarbeit selbstständig erstellt zu haben.

Es wurden nur die von mir angegebenen Hilfsmittel und Quellen verwendet;
inhaltlich entnommene Stellen sind als solche erkenntlich gemacht.

(Ort, Datum)

(Unterschrift Student/in)

Vorwort

Während meines Studiums an der Fachhochschule Kärnten wurde im Zuge der verschiedenen Vorlesungen unter anderem die Vorlesung Kybernetisches Management angeboten. Meiner Meinung nach handelt es sich dabei um einen zukunftsweisenden Ansatz zur Steuerung von Bauprojekten und es war mir sehr wichtig genauer darauf einzugehen. Die Diplomarbeit als Abschluss dieses Studiums bietet ein passendes Medium um sich intensiv mit dem Thema der Kybernetik und in weiterer Folge der Baukybernetik auseinanderzusetzen.

Die Kybernetik als solches ist ein umfangreicher Wissenschaftszweig, darum war es notwendig, einen kleinen Bereich aus der Thematik herauszunehmen und diesen in der Diplomarbeit genauer zu erläutern. Ich werde in meiner Arbeit verschiedene kybernetische Modelle betrachten und auf ihre praktische Anwendung hin untersuchen. Im ersten Teil werde ich auf den Grundlagen des klassischen Projektmanagements aufsetzen um in weiterer Folge die Vorteile eines evolutionär-kybernetischen Projektmanagements darzustellen. Im zweiten Teil werden verschiedene Epochen und Jahrhunderte miteinander verglichen und später aus dem Blickwinkel der Baukybernetik betrachtet. Da eine Arbeit in diesem Umfang nicht an einem Tag entsteht und mit ihr ein intensiver Arbeitsprozess verbunden ist, möchte ich an dieser Stelle all jenen Personen danken, die es mir ermöglichten, diese Diplomarbeit zu verfassen. Ich möchte dabei vor allem meine Betreuer an der Fachhochschule Kärnten Herrn Dipl.-Ing. Dr. techn. Otto Greiner und Herrn Dipl.-Ing. Dr. techn. Hans Steiner sowie meinen Betreuer an der George Washington University Prof. Stuart Umpleby, Ph.D. hervorheben.

Ein entsprechender Dank gebührt auch meinen Eltern, die mich einerseits während des Studiums finanziell unterstützten und mir andererseits bei Problemen zur Seite standen. Danken möchte ich auch meiner Freundin, die mir während des gesamten Studiums immer mit Rat und Tat zur Seite stand. Abschließend möchte ich mich bei Frau Mag. Simone Unhaller von der Universität Passau bedanken, die mir bei der Beschaffung der Literatur sehr geholfen hat.

Kurzfassung

Um der steigenden Komplexität in Bauprojekten der heutigen Zeit gerecht zu werden, finden zunehmend neue Ansätze und Theorien ihre Anwendung in der Praxis. Die folgende Arbeit setzt sich in erster Linie mit dem kybernetischen Ansatz zur Organisation und Steuerung von Bauprojekten auseinander.

Im ersten Teil dieser Arbeit wird vor allem der nötige Wandel vom klassischen hin zum kybernetischen Projektmanagement beschrieben. Dabei wird zuerst auf die Grundlagen des klassischen Projektmanagements eingegangen. Anschließend wird versucht einen kurzen aber ausreichenden Überblick über die Grundsätze der Kybernetik zu geben um dann die verschiedenen kybernetischen und in weiterer Folge baukybernetischen Modelle und Systeme näher zu beschreiben.

Im zweiten Teil dieser Arbeit werden verschiedene Epochen und Jahrhunderte in Bezug auf die Steuerung und Organisation von Baustellen im jeweiligen Zeitraum abgebildet um sie anschließend aus dem Blickwinkel der Baukybernetik zu betrachten und zu analysieren.

Schlagwörter:

Kybernetik, Systemdenken, Komplexität, Regelkreise, vernetzte Abläufe, Selbstorganisation, Viable System Model, KOPF Methode

Abstract

There are several new methods and theories to handle the rising complexity in building projects at the present time. The following paper reports predominantly about the cybernetic method to organize and control building sites.

The first part of this paper explains most of all the necessary change from the classic project management to the cybernetic way of managing building sites. Furthermore the paper will give a short overview about the basics in classical project management. Afterward there will be an overview about the fundamentals in cybernetics. It is necessary to understand the description of the cybernetic models and finally to understand the cybernetic way to manage building sites.

The second part of this paper will compare different centuries to analyze the organization of building sites at this time. Finally it will compare those centuries from the cybernetic view.

Keywords:

Cybernetics, systems thinking, complexity, closed loops, interconnected operations, self-management, Viable System Model, KOPF method

Inhaltsübersicht

1	Einleitung	1
2	Forschungsfrage und Forschungsziel der Arbeit	2
3	Grundlagen der Projektorganisation	5
4	Projektmanagement im Wandel	13
5	Kybernetik	19
6	Kybernetische Systeme und Methoden	28
7	Evolution des Bauens	68
8	Analyse und Auswertung	113
9	Resümee	123
	Abbildungsverzeichnis.....	125
	Literaturverzeichnis	127
	Anhang	133

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Forschungsfrage und Forschungsziel der Arbeit	2
2.1	Forschungsfrage	2
2.2	Forschungsziel	2
2.3	Methodischer Aufbau der Arbeit und Vorgehensweise	3
2.4	Methodik.....	3
3	Grundlagen der Projektorganisation	5
3.1	Allgemein	5
3.1.1	Begriffsbestimmungen	5
3.1.2	Entwicklung des Projektmanagements.....	7
3.1.3	Aufgaben des Projektmanagements.....	8
3.2	Klassische Projektorganisation	9
3.2.1	Ziele der Projektorganisation	9
3.2.2	Grundsätze der Projektorganisation	9
3.2.3	Aufbauorganisation	10
3.2.4	Ablauforganisation	11
4	Projektmanagement im Wandel	13
4.1	Allgemein	13
4.2	Vernetzung von Abläufen.....	14
4.3	Die Störung ist der Regelfall	15
4.4	Evolutionäres Projektmanagement.....	16
4.5	Systemdenken und Kybernetik	18

5	Kybernetik	19
5.1	Allgemein	19
5.2	Systemtheorie	20
5.2.1	Was ist ein System?	20
5.2.2	Komplexität	20
5.2.3	Fehler im Umgang mit komplexen Systemen.....	21
5.2.4	Varietät.....	24
5.2.5	Regelkreise und deren Rückkoppelung.....	25
6	Kybernetische Systeme und Methoden	28
6.1	Das Viable System Model.....	28
6.1.1	Grundkonzept.....	28
6.1.2	Das Modell	28
6.1.3	Die Anwendung der Modells	33
6.2	Sensitivitätsmodell Prof. Vester®	39
6.2.1	Acht Regeln der Biokybernetik.....	39
6.2.2	Vernetztes Vorgehen	44
6.2.3	Der systemrelevante Variablensatz	49
6.2.4	Kriterienmatrix	50
6.2.5	Wirkungen im Systemzusammenhang	53
6.3	Das KOPF System.....	56
6.3.1	Grundsätze des KOPF-Systems.....	56
6.3.2	Der Vordenker Erich Koß.....	58
6.3.3	Ziele.....	59
6.3.4	Anwendungen des KOPF-Systems	62

7	Evolution des Bauens	68
7.1	Vorgehensweise.....	69
7.2	Randbedingungen.....	70
7.3	Historische Entwicklung.....	71
7.3.1	Mittelalter.....	73
7.3.2	Gründerzeit und Industrialisierung.....	84
7.3.3	20. Jahrhundert.....	95
7.3.4	21. Jahrhundert.....	102
8	Analyse und Auswertung	113
8.1	Auswertung der geschichtlichen Entwicklung.....	113
8.2	Beantwortung der Forschungsfrage	116
9	Resümee	123
	Abbildungsverzeichnis.....	125
	Literaturverzeichnis	127
	Anhang	133

1 Einleitung

Strukturelle Arbeitslosigkeit, alarmierende Umweltveränderungen, wiederkehrende Anzeichen eines Börsencrashes, die Verstrickung in kriegerische Auseinandersetzungen: Angesichts einer immer komplexeren Welt wird die Unzulänglichkeit herkömmlicher Denkweisen immer deutlicher. Für sich perfekt geplant, können die Folgen jedes Eingriffs in vielschichtige Gefüge fatale Konsequenzen haben: Rückkoppelungen, Zeitverzögerungen oder Spätfolgen stehen an der Tagesordnung.¹

Ein zielführendes Instrumentarium zur Regelung solch komplexer Systeme findet sich in der Kybernetik und ihrer Teilgebiete. Der Begriff Kybernetik wurde in den 1940-er Jahren des letzten Jahrhunderts durch den Amerikaner Norbert Wiener begründet und wird auch als die Kunst des Steuerns verstanden. Mit Hilfe der Kybernetik lassen sich komplexe Systeme erfassen, verstehen und zielgenau beeinflussen. Die oberste Prämisse ist das Eintreten der Selbstorganisation und die daraus resultierende Lebensfähigkeit des geschaffenen Systems. Langfristig werden nur jene Projekte erfolgreich abgewickelt werden können, die sich stetig an die sich verändernde Umwelt anpassen. Als eigenes, im kybernetischen Sinn lebensfähiges System, welches seine Identität bewahrt, Erfahrungen aufnehmen und verwerten kann, lernfähig ist und sich weiterentwickeln kann. Gleich dem menschlichen Organismus. Es war Stafford Beer, der auf der Suche nach der effektivsten Organisation den menschlichen Organismus als Vorbild nahm und daraus das *Viable System Model* ableitete. Die folgende Arbeit soll eine verständliche Einführung in die Wissenschaft der Kybernetik gewährleisten. In weiterer Folge werden verschiedene kybernetische Modelle und Systeme zur Organisation und Steuerung von Baustellen beschrieben. Abschließend werden einzelne Epochen und Jahrhunderte aus dem Blickwinkel der Baukybernetik betrachtet und analysiert.

¹ Vester Frederic, Die Kunst vernetzt zu Denken, 2002

2 Forschungsfrage und Forschungsziel der Arbeit

2.1 Forschungsfrage

Die Forschungsfrage der Diplomarbeit lautet:

„Wurden in den letzten Jahrhunderten, aus baukybernetischer Sicht, vergleichbare Praktiken und Systeme zur Organisation und Steuerung von Baustellen angewendet?“

2.2 Forschungsziel

Das Forschungsziel dieser Diplomarbeit ist die Betrachtung und Analyse verschiedener Epochen und Jahrhunderte. Auf Basis des aktuellen Wissensstandes im Bereich der Systemtheorie und der Kybernetik, der in dieser Arbeit thematisiert wird, sollen die verschiedenen Praktiken und Systeme zur Steuerung von Baustellen analysiert und auch kritisch beurteilt werden.

Abschließend wird mit dem gewonnenen Wissen versucht die Forschungsfrage wissenschaftlich fundiert zu beantworten.

2.3 Methodischer Aufbau der Arbeit und Vorgehensweise

Wie aus dem Inhaltsverzeichnis ersichtlich, gliedert sich die Diplomarbeit in neun Kapitel. In der Einleitung wird die Ausgangssituation dargestellt. Die Problemstellung der Arbeit wird im zweiten Kapitel abgebildet. Anschließend erfolgt im dritten Kapitel eine kurze Einführung in die Grundlagen der Projektorganisation. Im vierten Kapitel wird der Wandel im Projektmanagement, hervorgerufen durch die steigende Komplexität, beschrieben. Das fünfte Kapitel beschäftigt sich mit den Grundlagen der Kybernetik und der Systemtheorie und dient als Basis für die im sechsten Kapitel beschriebenen kybernetischen Systeme und Methoden. Die Darstellung der geschichtlichen Entwicklung des Baubetriebes und der Organisation auf Baustellen ausgewählter Epochen und Jahrhunderte erfolgt im siebten Kapitel. Anschließend werden im achten Kapitel die Erkenntnisse analysiert aus dem Blickwinkel der Baukybernetik betrachtet.

Abschließend – im neunten und letzten Kapitel der Arbeit – ist ein kritischer Ausblick in Bezug auf den Ist-Zustand der Baubranche und deren Defizite in Bezug auf den Soll-Zustand zur Erhaltung bzw. Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit durch die globale Konkurrenz das Ziel. Es wird auch auf die Notwendigkeit der Selbstorganisation der produzierenden Mitarbeiter eingegangen.

2.4 Methodik

Um die Ziele der Diplomarbeit erreichen und eine Antwort auf die Fragestellung geben zu können, wurde vom Verfasser folgende Methodik und Vorgehensweise verwendet. Es wurde eine umfangreiche Literaturrecherche durchgeführt, deren zentrale Informationsquellen die Bibliotheken der Fachhochschule Kärnten, der Universität Passau und der George Washington University waren. Neben der Literaturrecherche wurde vom Verfasser auch noch in fachlich einschlägigen Zeitschriften recherchiert.

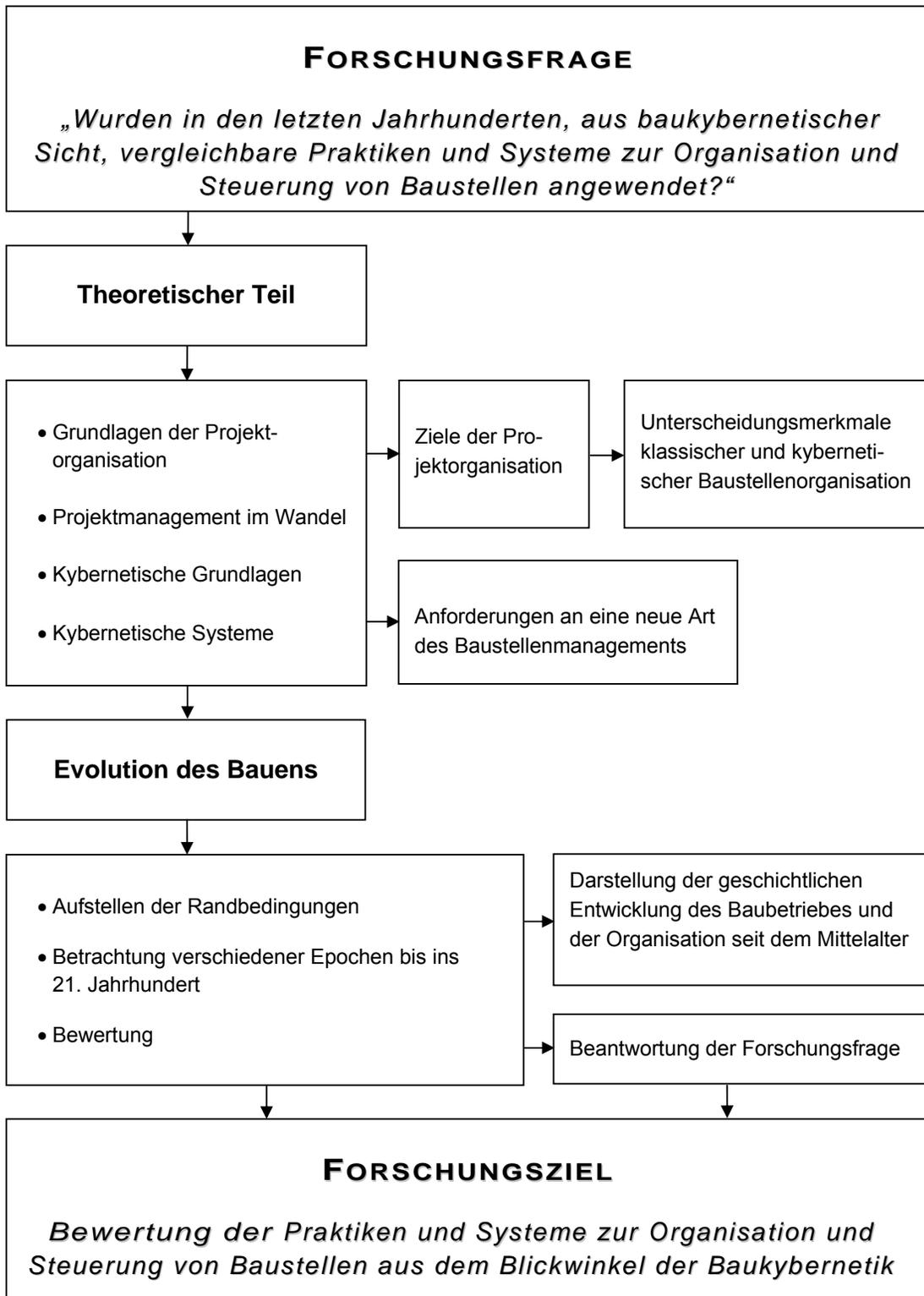


Abbildung 1: Argumentationskette

3 Grundlagen der Projektorganisation

3.1 Allgemein

3.1.1 Begriffsbestimmungen

Definition Projekt

In der Literatur findet sich eine Vielzahl von Definitionen für die Bedeutung des Begriffes Projekt. Eine allgemein gültige Definition hat sich aber bis heute nicht durchgesetzt.

Sehr oft wird jedoch die Definition von R.L. Martino zitiert:

„A project is any task which has a definable beginning and a definable end and requires the expenditure of one or more resources in each of the separate but interrelated and interdependent activities which must be completed to achieve the objectives for which the task was instituted.“²

Diese Definition wurde von Schröder wie folgt übersetzt:

„Als Projekt kann jede Aufgabe bezeichnet werden, die einen definierbaren Anfang und ein definierbares Ende besitzt, die den Einsatz mehrerer Produktionsfaktoren für jeden der einzelnen, miteinander verbundenen und wechselseitig voneinander abhängigen Teilvorgänge erfordert, die ausgeführt werden müssen, um das dieser Aufgabe vorgegebene Ziel zu erreichen.“³

² Martino, R. L., Project management and Control – Finding the critical path, 1964

³ Schröder, H., Projekt Management, 1970

Nach DIN ist ein Projekt „ein Vorhaben, das im Wesentlichen durch seine Einmaligkeit der Bedingungen in ihrer Gesamtheit gekennzeichnet ist“⁴, wie zum Beispiel:

- Einzelvorhaben
- genaue Zielvorgabe
- Abgrenzung gegenüber anderen Bauvorhaben
- zeitliche, finanzielle oder andere Bedingungen
- projektspezifische Organisation
- technische, wirtschaftliche oder terminliche Risiken

Definition Management

„Management ist die Leitung soziotechnischer Systeme in personen- und sachbezogener Hinsicht mit Hilfe von professionellen Methoden. In der sachbezogenen Dimension des Managements geht es um die Bewältigung der Aufgaben, die sich aus den obersten Zielen des Systems ableiten, in der personenbezogenen Dimension um den richtigen Umgang mit allen Menschen, auf deren Kooperation das Management zur Aufgabenerfüllung angewiesen ist.“⁵

Management ist als ganzheitlicher Prozess zu verstehen und besteht aus den vier Phasen der Planung, Organisation, Durchführung und Kontrolle zur Erreichung der gesetzten Ziele.

⁴ DIN: DIN 69 901, Projektmanagement, 1980

Definition Projektmanagement

Projektmanagement ist die Gesamtheit von Führungsaufgaben, Techniken und Mitteln zur Abwicklung eines Projekts.

Das Projektmanagement versteht sich als Leitungs- und Organisationseinheit, welche versucht, die sich gegenseitig beeinflussenden Projektelemente nicht dem Zufall oder einzelnen Personen zu überlassen, sondern sie planmäßig in Richtung des übergeordneten Gesamtziels zu steuern.⁶

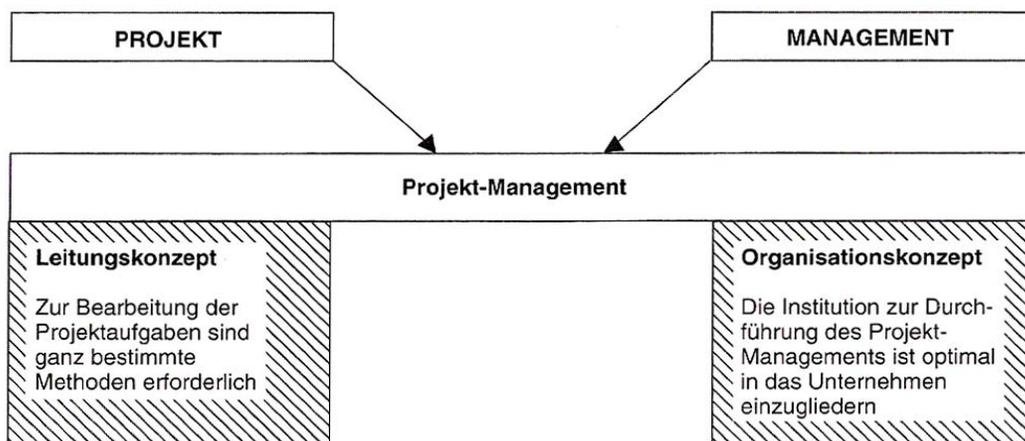


Abbildung 2: Leitungs- und Organisationskonzept des PM [Quelle: Litke 2007]

3.1.2 Entwicklung des Projektmanagements

Die Anfänge des Projektmanagements (PM) gehen auf die Mitte des 20. Jahrhunderts zurück. Anfangs kam PM nur in Forschungs- und Entwicklungsprojekten zum Einsatz. Unter anderem beim Manhattan Engineering District Project 1941 zur Entwicklung der Atombombe oder zu Beginn der 1960-er Jahre, als die NASA das Apollo Programm startete.

⁵ Ulrich P., Management - Eine konzentrierte Einführung, 1984

⁶ Litke H., Projektmanagement: Methoden, Techniken, Verhaltensweisen, 2007

Kennzeichnend waren schon damals der enorme Zeitdruck und die Vielzahl an Aktivitäten die koordiniert werden mussten. Nach zahlreichen Erfolgen auf den Gebieten der Forschung und Entwicklung, vor allem im militärischen Bereich, kam PM auch nach und nach in der Wirtschaft zum Einsatz.

Einige Beispiele dafür sind:

- Entwicklung und Einführung neuer Informationssysteme
- Hoch- und Tiefbauvorhaben
- Planung, Bau und Inbetriebnahme von Anlagen, Maschinen und Geräten

3.1.3 Aufgaben des Projektmanagements

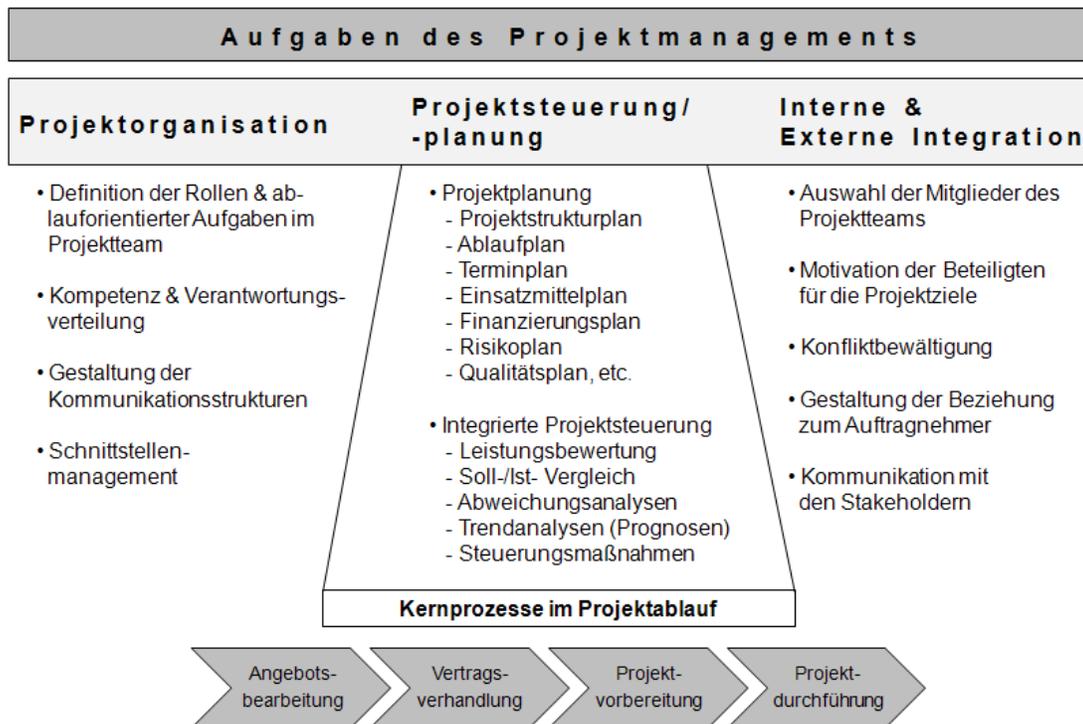


Abbildung 3: Aufgaben des Projektmanagements [Quelle: Seefeld 2001]

3.2 Klassische Projektorganisation

Im folgenden Abschnitt werden die Grundlagen der klassischen Projektorganisation beschrieben. Nach den Zielen und den Grundsätzen wird vor allem auf die Organisation der Projekte eingegangen.

3.2.1 Ziele der Projektorganisation

„Unter Projektorganisation wird die mit der Durchführung eines Projekts beauftragte Organisation und ihre Eingliederung in die bestehende Firmenorganisation verstanden“.⁷

Die Projektorganisation gewährleistet einerseits das zielgerichtete Zusammenwirken aller Beteiligten und soll andererseits den reibungslosen Ablauf während der Realisierungsphase sicherstellen.

3.2.2 Grundsätze der Projektorganisation

Die klassische Projektorganisation geht davon aus, dass alle Prozesse und Abläufe bereits im Vorfeld genau erfasst werden können und somit genau planbar und kalkulierbar sind. Diese Herangehensweise setzt allerdings voraus, dass die Projektbeteiligten bereits in der Planungsphase ein nahezu ganzheitliches Bild mit allen notwendigen Informationen zu den im Projektverlauf durchzuführenden Aktivitäten besitzen.

Diese vorweggenommene Zielfixierung wird als grundlegende Voraussetzung angesehen um die Mittel zur Zielerreichung in der Planung weitgehend zu determinieren.⁸

⁷ Kummer W., Projektmanagement, Leitfaden zu Methode und Teamführung in der Praxis, 1986

⁸ Koch D., Neue Ansätze und Entwicklungen im Projektmanagement, 2008

3.2.3 Aufbauorganisation

Im Rahmen der Aufbauorganisation sollen die notwendigen projektbezogenen Aufgaben geeigneten Funktionsträgern und Projektbeteiligten zugeordnet und deren Verantwortungsbereiche und Weisungsbefugnisse sowie ihr gegenseitiger Informationsaustausch geregelt werden.⁹

Aufgaben der Aufbauorganisation:

- Festlegung der Funktionsstruktur des Projekts
- eindeutige Zuweisung von Tätigkeiten, Verantwortung und Kompetenzen
- Schnittstellenmanagement

Aufbauorganisationen im Bauwesen:

- Linienorganisation
- Stablinienorganisation
- Matrixorganisation

Linienorganisationen sind am häufigsten anzutreffen und weisen folgende Eigenschaften auf:

- eine hierarchische Gliederung der Einheiten zueinander
- einheitliche Abläufe hinsichtlich Weisungsbefugnis, Verantwortung und Mitteilungen

Linienorganisationen sind besonders bei kleineren Bauprojekten zweckmäßig, da sie klar und übersichtlich sind. Bei größeren Bauprojekten bringt die Einhaltung des Dienstweges unter Umständen eine erhebliche Arbeitsbelastung der einzelnen Zwischeninstanzen mit sich, die nach oben hin immer größer wird.¹⁰

⁹ Kalusche W., Projektmanagement für Bauherren und Planer, 2005

¹⁰ Wöhe G., Einführung in die allgemeine Betriebswirtschaftslehre, 1990

Es tritt dabei das Problem auf, dass wichtige Informationen viel zu spät zu den Entscheidungsträgern gelangen und somit die Entscheidungen immer den aktuellen Entwicklungen hinterher hinken. Die notwendige Beschaffung von Echtzeitinformationen lässt sich mit dieser Organisationsform nur schwer realisieren.

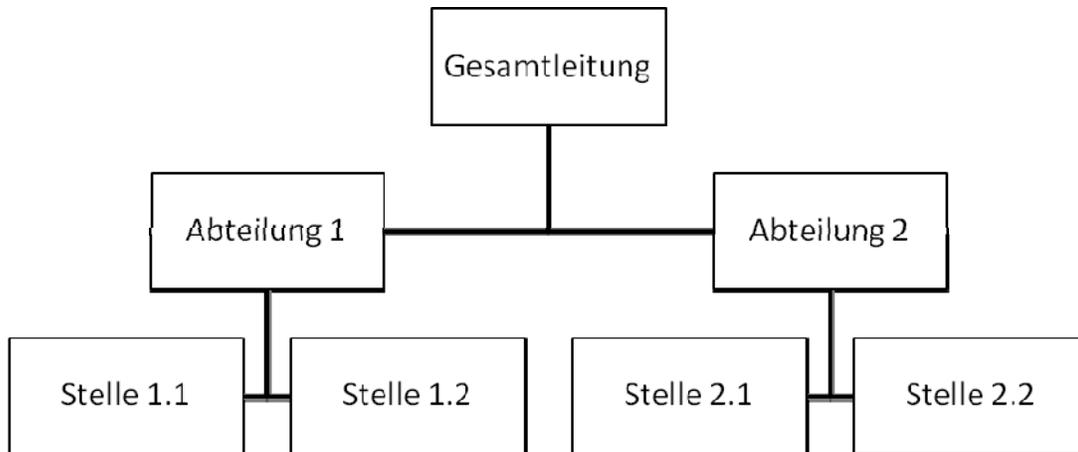


Abbildung 4: Grundform einer Linienorganisation [Quelle: Kalusche 2005]

3.2.4 Ablauforganisation

Die Ablauforganisation setzt sich in erster Linie mit der zeitlichen und logischen Abfolge der Aktivitäten auseinander. Das Ziel der Ablauforganisation ist die ideale Gestaltung der Arbeitsprozesse unter Berücksichtigung der Arbeitsmenge und Arbeitsleistung sowie der zur Verfügung stehenden Sachmittel.¹¹

Der Zweck der Ablauforganisation besteht vereinfacht ausgedrückt darin, das gesamte Projekt in einzelne Teilaufgaben und Arbeitspakete zu unterteilen und den optimalen Ablauf so festzulegen, dass Teilaufgaben und Arbeitspakete, die gleichzeitig möglich sind, parallel ausgeführt werden können.¹²

¹¹ Vahs D., Organisation – Einführung in die Organisationslehre und –praxis, 2001

¹² Brandenberger J., Projektmanagement im Bauwesen, 1996

Aufbau- und Ablauforganisation stehen in einem engen Zusammenhang und beeinflussen sich gegenseitig sehr stark. Das organisatorische Gerüst liefert dabei die Aufbauorganisation, innerhalb dessen sich die Prozesse der Ablauforganisation vollziehen können.¹³

Viele Projekte laufen durch das mangelhafte organisatorische Gerüst in der Planung und Ausführung aus dem Ruder. In der Baubranche hat sich, speziell bei kleineren Projekten, die Erkenntnis noch nicht durchgesetzt, dass eine funktionierende Projektorganisation nicht dem reinen Selbstzweck dient, sondern eine Notwendigkeit für eine erfolgreiche Abwicklung von Projekten darstellt.

Bei vielen Großprojekten bildet sich die vorläufige Projektstruktur erst in den ersten Phasen der Planung aus.

Die maßgeblichen Gründe hierfür sind:¹⁴

- der hohe Zeitdruck, unter dem Projekte von Anfang an stehen
- die wachsende Komplexität der Aufgabenstellung
- die immer größer werdende Bedeutung äußerer Einflüsse (z.B. behördliche Genehmigungsverfahren)
- die sich immer schneller verändernden Anforderungen an das Projekt

Die sich dadurch verändernde Ausgangssituation lässt sich mit herkömmlichem Projektmanagement nicht mehr steuern. Ein Wandel vom linearen Denken hin zum vernetzten Denken ist notwendig um ein Projekt unter den oben genannten Randbedingungen erfolgreich und im Interesse aller Beteiligten abzuschließen.

¹³ Jung H., Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, 2004

¹⁴ Sommer H., Projektmanagement im Hochbau, 1998

4 Projektmanagement im Wandel

4.1 Allgemein

Bei der Gestaltung der Projektorganisation muss darauf geachtet werden, dass die Organisation stabil und gleichzeitig auch flexibel ist. Stabilität bedeutet, dass so viele Projektaktivitäten wie möglich im Rahmen festgelegter Regelungen und Einrichtungen abgewickelt werden können. Unter Flexibilität versteht man die Anpassungsfähigkeit an sich ändernde Rahmenbedingungen oder Zielsetzungen.¹⁵

Bislang wurde die Leitung und Koordination – sprich das Managen von Projekten – so dargestellt, als hätte man es zu einem bestimmten Zeitpunkt nur mit der Planung, Steuerung und Kontrolle zu tun. Die Realität sieht jedoch gänzlich anders aus. Der Projektleiter muss eine Vielzahl von parallel ablaufenden Aktivitäten koordinieren und steuern. Ihre Grenzen sind sozusagen fließend. Die unter Kapitel 3.2.4 *Ablauforganisation* angeführten Gründe, die zu Problemen bei Großprojekten führen, machen einen hohen Grad an Flexibilität im System (Projekt) notwendig. Viele Aspekte und Randbedingungen können für eine zukünftige Zeitspanne nur aufgrund von Erfahrungswerten abgeschätzt werden, da sie sehr unbeständig und schwer berechenbar sind (Marktpreis, politische Situation, Finanzierung,...). Eine Fülle von schwer kalkulierbaren Risiken kann somit das Projektziel gefährden.

Aufgrund der starken Vernetzung der internen und externen Abläufe und Einflüsse besteht die Gefahr, dass eintretende Risiken einen sogenannten Dominoeffekt auslösen und sich dadurch auf die gesamten Abläufe negativ auswirken. Im Extremfall kann dies auch zum Scheitern des Projekts führen. Aus diesem Grund sollte ein wirksames Risikomanagement bei Projekten großgeschrieben werden.¹⁶

¹⁵ Litke H., Projektmanagement: Methoden, Techniken, Verhaltensweisen, 2007

¹⁶ Koch D., Neue Ansätze und Entwicklungen im Projektmanagement, 2008

Auch die Menge an Informationen, die heutzutage während eines Projekts verwertet und ausgewertet werden müssen, macht es immer schwieriger den Überblick zu behalten.

4.2 Vernetzung von Abläufen

Die Erfahrung zeigt, dass es meist utopisch ist, Projekte wie geplant abzuschließen, da der zeitliche oder finanzielle Aufwand meist unterschätzt wird.

Bei genauer Betrachtung stellt man fest, dass solch komplexe Problemstellungen nicht mehr nur mit Erfahrungswerten, Routinekenntnissen und klassischen Projektmanagementmethoden zu beherrschen sind. Das Projektumfeld ist nicht mehr starr, sondern dynamisch. Aus diesem Grund ist von herkömmlichen, linearen Denkweisen abzusehen. Neue Denkweisen sind gefordert: Denken in Kreisläufen und Zusammenhängen. Das vernetzte Denken rückt immer mehr in den Mittelpunkt und verdrängt das längst überholte lineare Denken.¹⁷

Es wird in Zukunft nötig sein, die Zielsetzung der Projekte und deren Umfeld genau zu beobachten und zu beurteilen, da diese einer ständigen Dynamik ausgesetzt sind. Es ist nicht nur wichtig, das Projekt in seinem Inneren zu kennen, sondern auch die äußeren Einflüsse zu beobachten und entsprechend darauf zu reagieren. Die Dynamik des Projektverlaufs und die Ausprägung der Unternehmenskultur bestimmen wesentlich den Projekterfolg. Es gilt Strategien in immer kürzeren Zeiträumen zu entwickeln, umzusetzen und zu überdenken. Eine ganzheitliche, vernetzte Problemlösungsmethodik ist bei komplexen Projekten essentiell.¹⁸

¹⁷ Litke H., Projektmanagement: Methoden, Techniken, Verhaltensweisen, 2007

¹⁸ Gomez P., Komplexe IT-Projekte ganzheitlich führen: Ein praxiserprobtes Vorgehen, 2002

4.3 Die Störung ist der Regelfall

„Die Störung ist nicht die Ausnahme, die Störung ist der Regelfall“

(Otto Greiner)

Die letzten Abschnitte haben deutlich gemacht, dass der Faktor Unsicherheit einen immer größer werdenden Einfluss im Projektmanagement darstellt. Wachsende Vernetzung, Innovationsdruck und immer kürzer werdende Terminpläne sind nur einige Beispiele für die Zunahme von Komplexität und Dynamik. Als Konsequenz sind Planänderungen bei fast allen Projekten an der Tagesordnung. Es stellt sich nicht die Frage, ob man Störungen vermeiden kann, sondern wie man mit auftretenden Störungen umgeht.

Die systematische Planung von komplexen Projekten ist nur schwer möglich und löst in der Praxis bei den meisten Projektbeteiligten ein Gefühl des Unbehagens aus. Das Wirkungsgefüge dieser Projekte ist nicht mehr linearer Natur und kann nur mehr schwer überblickt werden.¹⁹

Im Zusammenhang mit dem Managen von komplexen und dynamischen Projekten stellt sich folgende Frage:

„Wie kann die Handlungsfähigkeit in Projekten unter wechselnden Zielen, turbulenter werdenden Umfeldbedingungen, bei wachsender Komplexität, prinzipiell unvollständigen Informationen sowie schrumpfenden Planungshorizonten noch sichergestellt werden?“²⁰

¹⁹ Koch D., Neue Ansätze und Entwicklungen im Projektmanagement, 2008

²⁰ Isenhardt I., Lernen trotz Chaos – Komplexität kreativ nutzen, 1998

4.4 Evolutionäres Projektmanagement

Die Antwort auf diese Frage findet sich in der Natur.

„Nicht die Schnellsten oder Stärksten überleben, sondern diejenigen, die sich am schnellsten auf veränderte Lebensbedingungen einstellen können“

(Charles Darwin)

Die Evolutionsprozesse aus der Natur liefern wichtige Erkenntnisse und Denkanstöße für den Umgang mit Komplexität und Unsicherheit in Projekten. Die Entwicklung erfolgt zwar in eine bestimmte Richtung, jedoch nicht nach einem vorher geplanten Muster mit einer genauen Ziel- und Zeitvorgabe. Durch Mutations- und Selektionsprozesse legt die Natur den Verlauf der Evolution fest. Die Basis für den jeweils erreichten Entwicklungsstand ist der zuvor erreichte.²¹

Die Evolution beginnt daher nicht immer wieder aufs Neue, sondern baut auf vorhandenem auf.²²

Im Projektmanagement lassen sich diese Prinzipien vor allem in Bereichen mit hoher Komplexität und Unbestimmtheit nutzen. Bei der Betretung von Neuland, wenn folglich nur wenige Informationen zu Verfügung stehen, eröffnen sich auf Grundlage der Evolutionstheorie neue Möglichkeiten in der Organisation und Steuerung solcher Projekte.²³

Beim evolutionären Projektmanagement lösen sich durch die schrittweise Zielentwicklung und Verfeinerung Arbeits- und Koordinationsphasen zyklisch ab.

²¹ Saynisch M., Projektmanagement 2. Ordnung (PM-2) – Management im Zeitalter hoher Komplexität und radikaler Veränderungen, 2005

²² Malik F., Systemisches Management, Evolution, Selbstorganisation, 2004

²³ Koch D., Neue Ansätze und Entwicklungen im Projektmanagement, 2008

Dabei bringt die Arbeitsphase die Ergebnisse hervor und die Koordinationsphase dient zur Reflexion des erreichten Standes, zur Neuorientierung und zur Redefinition der Ziele.²⁴

In der nachfolgenden Abbildung wird der Iterationsprozess im evolutionären Projektmanagement dargestellt.

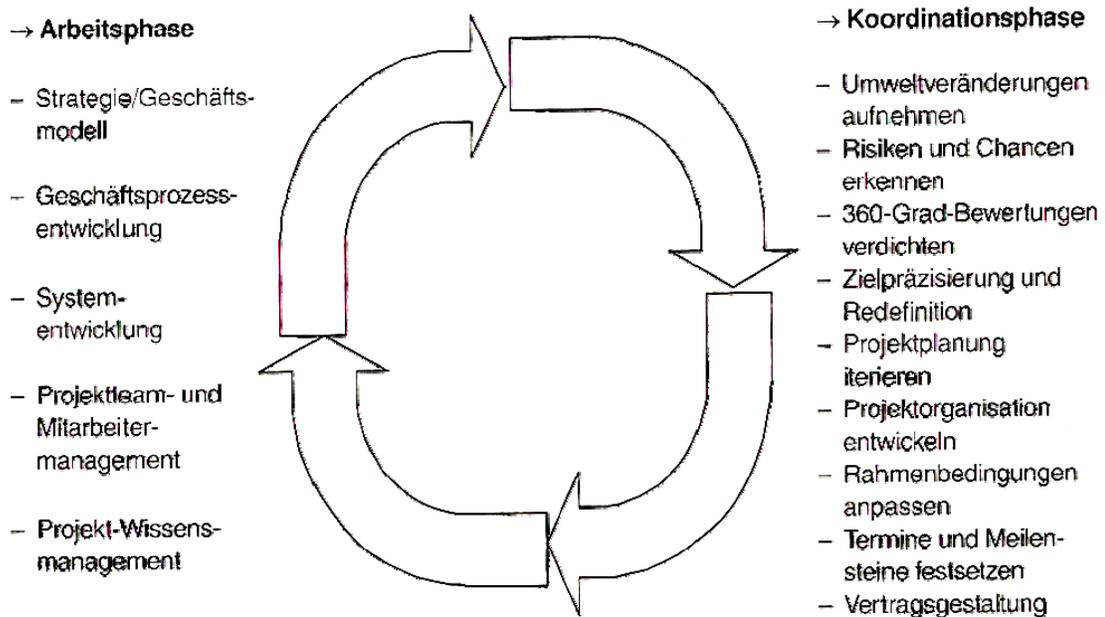


Abbildung 5: Iterationszyklus im evolutionären PM [Quelle: Litke 2007]

Während im klassischen Projektmanagement genaue Zielvorgaben als Voraussetzung angesehen werden, wird bei der evolutionären Vorgehensweise die Zielerreichung nach jedem Zyklus genau hinterfragt und evaluiert. Dies führt zu einem Selbstorganisationsprozess.

²⁴ Litke H., Projektmanagement - Methoden, Techniken und Verhaltensweisen, Evolutionäres Projektmanagement, 2007

Im Gegensatz zu einer hierarchischen Organisation können selbstorganisierte Systeme mehr Informationen aufnehmen und verarbeiten, sind anpassungsfähiger und benötigen eine kürzere Reaktionszeit auf sich verändernde Umweltbedingungen.²⁵

Evolutionäres Projektmanagement verändert zudem aktiv die Projektorganisation, sobald Veränderungen des Projektumfelds dies erfordern. Das Projekt wird dabei streng genommen mit jedem Entwicklungszyklus reorganisiert.

Im Gegensatz zu hierarchischen Strukturen werden hier vernetzte interdisziplinäre Strukturen bevorzugt.²⁶

4.5 Systemdenken und Kybernetik

Das evolutionäre Projektmanagement geht davon aus, dass Projekte als eigenständige lebensfähige Systeme angelegt werden müssen um sie auch in Zukunft erfolgreich ans Ziel zu steuern. Erst dann ist gewährleistet, dass sie aus sich heraus die äußere Dynamik durch Anpassung und Weiterentwicklung der inneren Strukturen nachvollziehen können. Aus diesem Grund sind die Erkenntnisse des Systemdenkens und der Kybernetik unumgänglich.²⁷

Ein Projekt wird unter den Gesichtspunkten der Systemtheorie und Kybernetik als offenes, soziotechnisches System verstanden. Die Aufgabe des Managements ist dabei das Lenken und Gestalten des Systems.

²⁵ Frick A., Evolutionäres Projektmanagement – Mit neuem Denken zum Projekterfolg, 2004

²⁶ Ebenda

5 Kybernetik

5.1 Allgemein

Die Kybernetik ist ihren Methoden nach eine mathematische Wissenschaft und wurde in den 1940-er Jahren des letzten Jahrhunderts durch den Amerikaner Norbert Wiener begründet. Sie entstand beim Studium der Prinzipien, der Steuerung und der Struktur von Systemen in der Natur, in der Gesellschaft oder bei Menschen und lebenden Organismen. Die Kybernetik ist die Wissenschaft von Kommunikation und Regelung und lässt sich auf die verschiedensten Forschungsbereiche übertragen: u.a. auf die Technik, die Biologie, die Physik oder die Soziologie.²⁸

Wiener erkannte, dass es weitgehende Ähnlichkeiten in den Funktionsabläufen von Steuerungssystemen in technischen Anlagen, gesellschaftlichen Einrichtungen und lebenden Organismen gibt. Eine der bedeutendsten Feststellungen war, dass die Aufnahme, Zirkulation und Verarbeitung von Daten (Informationen) eine offenbar fundamentale Rolle in den Steuerungs- (Leitungs-) Prozessen spielt.²⁹

Kybernetik ist auch die Wissenschaft von der Kunst der Selbstorganisation und des zielsicheren Führens in komplexen Handlungssystemen. Vereinfacht kann man feststellen, so wie die Physik die Wissenschaft von Kräften oder besser gesagt von Energie ist und die Chemie die Wissenschaft von den Stoffen, so ist die Kybernetik die Wissenschaft von der Information. Information im kybernetischen Sinn ist die dritte naturwissenschaftliche Grundgröße, die Materie und Energie zu sinnvollen Systemen organisiert.³⁰

²⁷ Litke H., Projektmanagement - Methoden, Techniken und Verhaltensweisen, Evolutionäres Projektmanagement, 2007

²⁸ Beer S., Kybernetik und Management, 1962

²⁹ Matzke H., Geleitwort zu „Kybernetische Systeme im Bauwesen“ von V.I. Rybalskij, 1967

³⁰ Greiner O., Skriptum Projektmanagement - FH- Kärnten, 2008

5.2 Systemtheorie

5.2.1 Was ist ein System?

Definition:

„Ein System ist eine Menge von Elementen, die miteinander in Interdependenzbeziehungen stehen, sodass eine ausgeführte Operation am Element A voraussagbare, zumindest nach der Wahrscheinlichkeit voraussagbare Wirkungen am Element B hat“.³¹

In der Theorie wird zwischen offenen und geschlossenen Systemen unterschieden. Bei geschlossenen Systemen wird davon ausgegangen, dass sie in keiner Interaktion mit anderen Systemen stehen. In der Praxis findet man jedoch, streng betrachtet, keine geschlossenen Systeme, da jedes System, zumindest in geringem Maße, mit seiner Umwelt kommuniziert.³²

5.2.2 Komplexität

Stafford Beer beschrieb Komplexität mit den folgenden Worten:³³

„Wenn wir die – in einem in sich geschlossenen Ganzen – wirksamen Wechselbeziehungen kennenlernen wollen, so müssen wir dieses Ganze als Teil eines Systems betrachten. Was wir als System definieren, ist deshalb ein System, weil es miteinander in Beziehung stehende Teile umfasst und in gewisser Hinsicht ein in sich geschlossenes Ganzes bildet. Gleichzeitig ist aber jede so betrachtete Gesamtheit immer Mitglied einer Reihe von übergeordneten Systemen, die ihrerseits wiederum Untersysteme von noch umfassenderen Systemen sind.“

³¹ Beatge J., Kybernetik und Management, 1983

³² Patzak G., Systemtechnik, 1982

³³ Beer S., Kybernetik und Management, 1962

Es ist daher keinesfalls einfach, das jeweils zu untersuchende System herauszupräparieren“. Beer beschränkte sich bei der Klassifikation von Systemen auf zwei wesentlichen Kriterien. Zum einen auf den Grad der Komplexität und zum anderen, ob es sich bei den jeweiligen Systemen um determinierte oder probabilistische Systeme handelt. Der Grad der Komplexität wird unterteilt in einfache, komplexe und äußerst komplexe Systeme. Beispiele zu den einzelnen Graden zeigt die folgende Abbildung. Unter determinierten Systemen versteht Beer Systeme, die sich vollständig voraussagen und berechnen lassen, während probabilistische Systeme keine streng detaillierte Voraussage zulassen.

Systeme	einfach	komplex	äußerst komplex
determiniert	Fenstergriff	digitaler Elektronenrechner	Unbesetzt
	Billard	Planetensystem	Unbesetzt
	Anordnung einer Maschinenhalle	Automation	Unbesetzt
probabilistisch	Münzenwerfen	Lagerhaltung	Volkswirtschaft
	Quallenbewegung	bedingte Reflexe	Gehirn
	statistische Qualitätskontrolle	industrielle Rentabilität	Unternehmen

Abbildung 6: Klassifizierung von Systemen [Quelle: Beer 1962]

Die Spalte der äußerst komplexen determinierten Systeme ist deshalb unbesetzt, weil Stafford Beer davon ausgeht, dass jedes determinierte System detailliert beschrieben werden und somit nur komplex sein kann.

5.2.3 Fehler im Umgang mit komplexen Systemen

Die menschliche Unfähigkeit Probleme in komplexen Systemen zu lösen, wurde in einem interessanten Experiment 1975 von Dietrich Dörner, einem bekannten Systempsychologen beschrieben. Dörner erfand dazu das Tanaland. Eine fiktive afrikanische Region, deren wichtigste Daten und Einflussgrößen den tatsächlichen Bedingungen entsprechen.

Die Aufgabe der Probanden bestand darin, den Bewohnern mit fiktiven Krediten der Weltbank einen höheren Lebensstandard zu verschaffen (Verbesserung von Infrastruktur, medizinischer Versorgung, Hygiene,...). Nach kurzfristigen Erfolgen kam es zu Hungersnöten und Katastrophen. Aus den Beobachtungen Dörners kristallisierten sich anschließend die wichtigsten Denk- und Planungsfehler heraus, die üblicherweise im Umgang mit komplexen Systemen gemacht werden.

Sechs Fehler im Umgang mit komplexen Systemen *(nach Dietrich Dörner)*

Erster Fehler: Falsche Zielbeschreibung

Statt die allgemeine Lebensfähigkeit des Systems zu betrachten, konzentrierten sich die Probanden auf einzelne Missstände und beseitigten diese. Schritt für Schritt wurde der nächste Missstand gesucht, der unter Umständen bereits eine Folge des ersten Eingriffes war. Vester spricht dabei vom sogenannten Reparaturdienstverhalten.³⁴

Zweiter Fehler: Unvernetzte Situationsanalyse

Einige Probanden sammelten große Datenmengen, die jedoch aufgrund mangelnder Ordnungsprinzipien - etwa Rückkoppelungskreise, Grenzwerte usw. - zu keinem sinnvollen Gefüge führten. Somit war eine vernünftige Auswertung der Daten unmöglich und die Dynamik des Systems blieb unerkannt.

Dritter Fehler: Irreversible Schwerpunktbildung

Die Probanden versteiften sich auf einen, ihrer Meinung nach entscheidenden Schwerpunkt. Aufgrund erster Erfolge konzentrierte man sich nur mehr auf diesen Schwerpunkt. Schwerwiegende Konsequenzen durch ihr Handeln blieben somit in anderen Bereich unbeachtet.

Vierter Fehler: Unbeachtete Nebenwirkungen

Im linearen Denken gefangen, gingen die Probanden, um die Lage zu verbessern, sehr zielstrebig vor, ohne sich großartig über die Nebenwirkungen Gedanken zu machen. Selbst dann nicht, als sie das vernetzte Gefüge an sich schon erkannt hatten. Vester spricht in diesem Kontext von sogenannten Policy-Tests (=Wenn-dann-Tests) zum Testen möglicher Strategien.³⁵

Fünfter Fehler: Tendenz zur Übersteuerung

Häufig wurde bei den Probanden beobachtet, dass sie anfangs zögerlich und nur mit kleinen Eingriffen auf die Missstände im System reagierten. Nachdem es daraufhin im System zu keiner offensichtlichen Veränderung kam, griffen sie unkontrolliert kräftig in das System ein um dann bei den ersten unerwarteten Rückwirkungen - durch Zeitverzögerung hatten sich die ersten kleinen Schritte unbemerkt akkumuliert - wieder komplett zu bremsen.

Sechster Fehler: Tendenz zu autoritärem Verhalten

Die Macht, das System verändern zu dürfen und der Glaube, es durchschaut zu haben, führte bei den meisten Probanden zu einem diktatorischen Verhalten, welches für komplexe Systeme völlig ungeeignet ist.

³⁴ Vester F., Die Kunst vernetzt zu Denken, 2002

³⁵ Ebenda

5.2.4 Varietät

Definition:

„Varietät ist die Anzahl der unterschiedlichen Zustände eines Systems, bzw. die Anzahl der unterscheidbaren Elemente einer Menge“.³⁶

Mit Hilfe der Varietät lässt sich die Komplexität eines Systems messen.

Ein einfaches verständliches Beispiel:³⁷

Ein System besteht aus 5 Glühbirnen, von denen jede entweder an oder aus ist. Wie viele Zustände kann das System annehmen?

Lösung: 2 Möglichkeiten, 5 Glühbirnen

=> $2^5 = 32$ Zustände

Die Erkenntnis aus diesem Zahlenspiel ist, dass wir ein System immer nur unter Kontrolle haben, wenn uns die wesentlichen Variablen bekannt sind. Wir können also ein komplexes System nur mit einem ebenso komplexen System steuern.³⁸ Mit den Worten des Entdeckers dieser Gesetzmäßigkeit, William Ross Ashby, formuliert:³⁹

„Nur Varietät kann Varietät absorbieren“

Das Gesetz der erforderlichen Varietät besagt also, dass Komplexität nur durch Komplexität kontrolliert werden kann.

³⁶ Malik F., Strategie des Managements komplexer Systeme, 2003

³⁷ Ebenda

³⁸ Ebenda

5.2.5 Regelkreise und deren Rückkoppelung

Durch die Klassifizierung von Systemen nach Stafford Beer, lässt sich feststellen, dass sich die Kybernetik auf den Bereich der äußerst komplexen und probabilistischen Systeme bezieht. Weil sich diese Systeme laut Beer nicht genau vorausberechnen lassen, müssen sie anderen Regelmechanismen zu Grunde liegen. Ein Hauptmerkmal natürlicher, insbesondere biologischer Regelmechanismen besteht darin, dass diese Homöostaten sind. Ein Homöostat ist die allgemeinere Form eines Thermostats.

Es ist ein Regelgerät, welches irgendeine Variable innerhalb gewünschter Grenzen hält. Ein klassisches Beispiel aus der Natur ist die Homöostasis der Bluttemperatur. Wenn wir aus einem Kühlraum in ein beheiztes Zimmer kommen, variiert unsere Körpertemperatur kaum. Dieser Rückkoppelungsmechanismus findet sich überall in der Natur. Ein kybernetisches System charakterisiert insbesondere die Tatsache, dass man es nur als Gesamtorganismus betrachten kann (zweiter Fehler im Umgang mit komplexen Systemen nach Dörner), da ein kybernetisches System kein lockeres Zusammentreffen von Ereignissen ist, sondern ein eng geknüpftes Netzwerk von Informationen.⁴⁰

Solche Rückkoppelungen werden in einem sogenannten Wirkungsgefüge sichtbar gemacht. Dieses bildet die Realität als mehrdimensionale Vernetzung ab und wird mit Hilfe von Regelkreisen dargestellt. Bei einem Regelkreis handelt es sich um ein System mit einer konstant zu haltenden Regelgröße, die von zwei Eingangsgrößen, der Stellgröße und der Störgröße, abhängig ist.⁴¹

³⁹ Ashby W. R., An Introduction to Cybernetics, 1970

⁴⁰ Beer S., Kybernetik und Management, 1962

⁴¹ Cube F., Was ist Kybernetik?, 1967

Bei der Regelkreisdarstellung wird grundsätzlich zwischen positiver und negativer Rückkopplung unterschieden. Wobei bei der positiven Rückkopplung zwei weitere Arten zu unterscheiden sind.⁴²

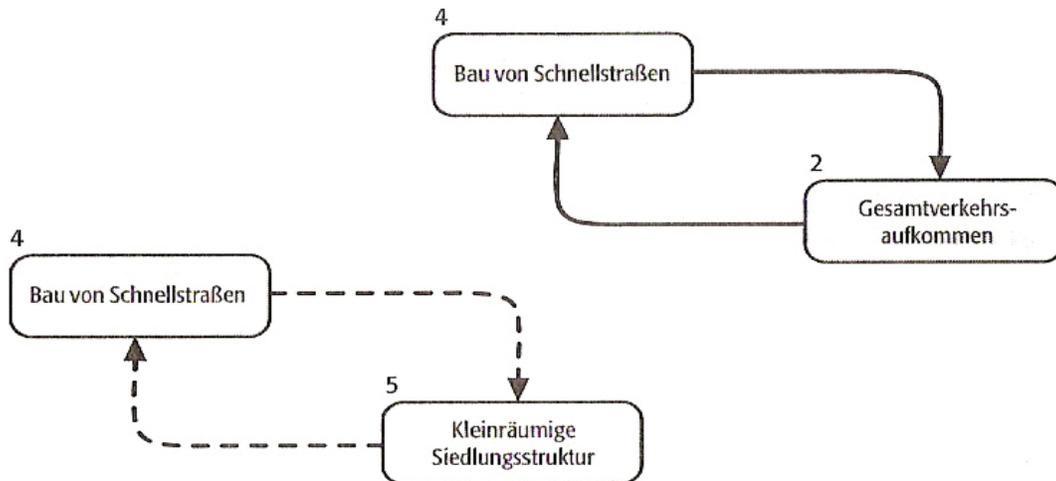


Abbildung 7: Zwei Arten der positiven Rückkopplung [Quelle: Vester 2002]

Im ersten Fall, wie in der Abbildung zwischen Variable 4 und 2 symbolisiert durch zwei durchgezogene Pfeile, dass sich die Variablen gegenseitig in der gleichen Richtung verstärken (beide schaukeln sich immer mehr auf bzw. beide schrumpfen immer rascher). Im zweiten Fall, wie in der Abbildung zwischen Variable 4 und 5, symbolisiert durch zwei gestrichelte Pfeile, dass die Variablen in gegenläufiger Beziehung stehen. Das heißt, dass die Variablen auseinander driften.

Von einer negativen Rückkopplung spricht man dann, wenn beide Wirkungen unterschiedlicher Natur sind. Negative Rückkopplungen weisen auf Selbstregulierung hin und sind von besonderer Bedeutung. Sie besitzen die Eigenschaft, Veränderungen abzufedern oder in eine Pendelbewegung zu überführen.

⁴² Vester F., Die Kunst vernetzt zu Denken, 2002

Wenn ein System gegenüber inneren und äußeren Einflüssen stabil bleiben soll, müssen die negativen Rückkopplungen gegenüber den positiven überwiegen.

Stafford Beer führt in seinem Buch „Kybernetik und Management“ ein leicht verständliches Beispiel zur negativen Rückkopplung an:

In Australien wurde der Feigenkaktusplage durch den Kaktusfalter Einhalt geboten, da die Ernährungsbasis für den Kaktusfalter somit schrumpfte, regeln sich die Populationen wechselseitig.⁴³

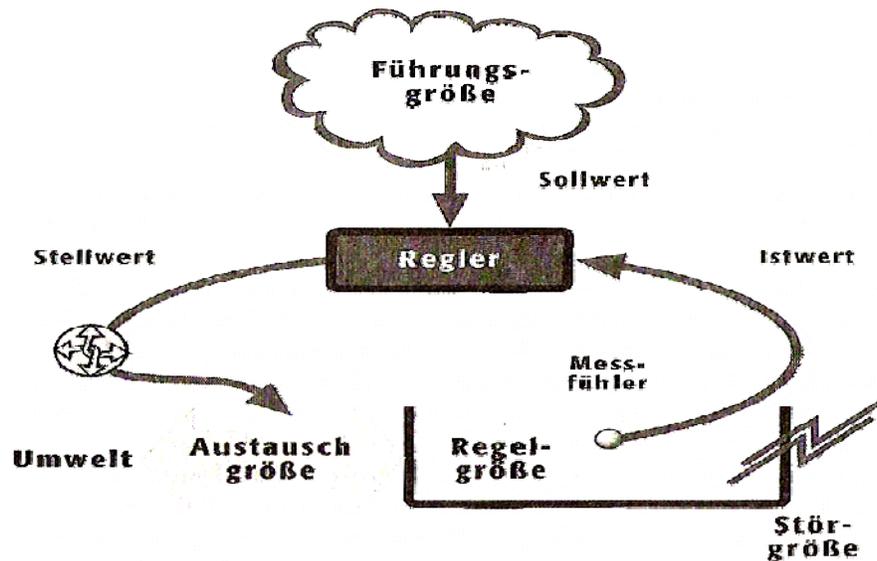


Abbildung 8: Klassischer Regelkreis mit den gängigen kybernetischen Bezeichnungen

[Quelle: Vester 2002]

6 Kybernetische Systeme und Methoden

6.1 Das Viable System Model

6.1.1 Grundkonzept

Die Grundlagen des vorigen Kapitels dienen als Basis für das Verständnis und die Zusammenhänge des folgenden Modells lebensfähiger Systeme. Die zunehmende Komplexität der einzelnen Aufgabenbereiche in der Organisation von Bauprojekten erfordert den Entwurf neuer Vorgehensweisen zur Gestaltung und Entwicklung eines Organisationsmodells, das als Raster für die Lokalisierung und Behandlung von Problemen geeignet ist.⁴⁴

Das Viable System Model (VSM) von Stafford Beer ist ein solches Organisationsmodell. Stafford Beer entwickelte es in über zwei Jahrzehnten kybernetischer Forschung und versuchte vor allem die Kernmechanismen des Managements zu untersuchen und in einer einheitlichen Theorie zusammenzufassen. Als Bezugsobjekt diente Beer dabei das zentrale Nervensystem des Menschen. Vor allem Probleme wie Anpassungsfähigkeit, Flexibilität, Lernfähigkeit, Evolution, Selbstregulierung und Selbstorganisation standen im Zentrum seines Interesses.⁴⁵

6.1.2 Das Modell

Im Folgenden wird die Grundstruktur des Viable System Model beschrieben. Die Darstellung der einzelnen Systeme konzentriert sich in diesem Abschnitt auf die wesentlichen Aspekte des Modells um vorerst ein gewisses Grundverständnis für das VSM zu vermitteln.

⁴³ Beer S., Kybernetik und Management, 1962

⁴⁴ Malik F., Strategie des Managements komplexer Systeme, 2003

⁴⁵ Ebenda

Die Übertragung des Modells auf eine Organisationsstruktur zur Steuerung von Bauprojekten erfolgt dann im Kapitel 5.3 *Die Anwendung des Modells*. Wie bereits angemerkt, dient das menschliche Zentralnervensystem als Ausgangspunkt und Bezugsobjekt. Die wichtigsten Teile des Zentralnervensystems und ihre Lenkungsbeziehungen finden sich in der folgenden Abbildung auf der linken Bildhälfte. Die rechte Bildhälfte zeigt eine abstrahierte Darstellung, dessen Zusammenhänge im Laufe der nächsten Abschnitte genauer erklärt werden.

Die Gesamtstruktur des lebensfähigen Systems:⁴⁶

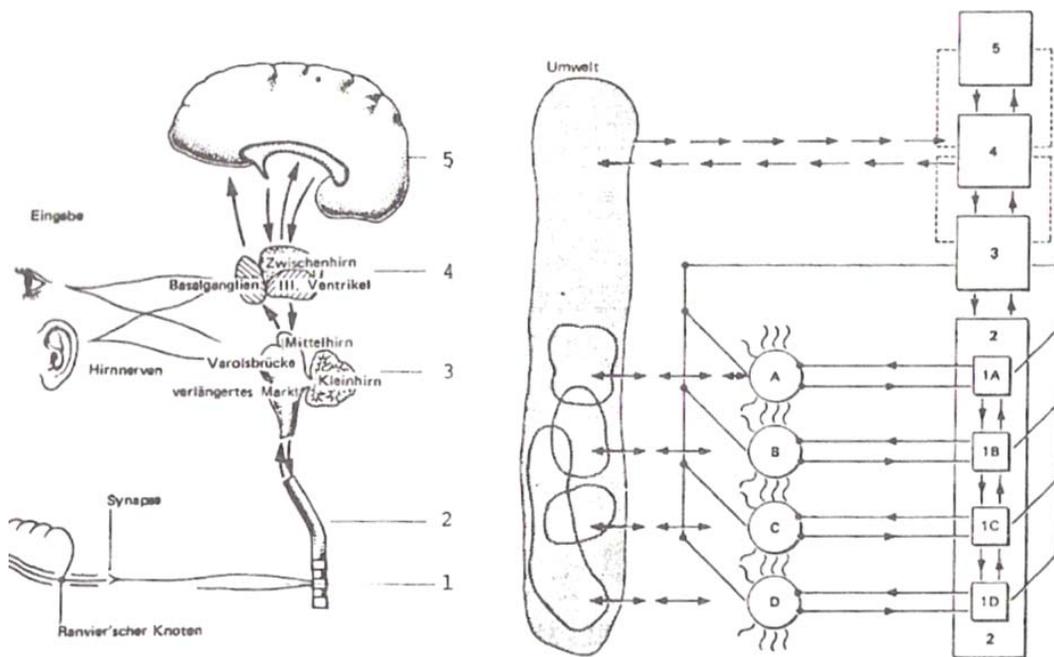


Abbildung 9: Links: Zentralnervensystem, Rechts: Allgemeine Lenkungsbeziehungen des lebensfähigen Systems [Quelle: Malik 2003]

Dabei wird zwischen fünf verschiedenen Subsystemen unterschieden, die als Systeme Eins, Zwei, Drei, Vier und Fünf bezeichnet werden. Jedes der angeführten Systeme hat gewisse operative Aktivitäten auszuführen.

⁴⁶ Vgl. zum Folgenden Abschnitt: Beer, Kybernetische Führungslehre, 1972; auf Detailverweise wird verzichtet.

System 1:

Die Systeme Eins sind die Lenkungsinstanzen für die durch die Kreise A - D repräsentierten Hauptaktivitäten, Untereinheiten oder Bereiche des lebensfähigen Systems. Im menschlichen Körper findet sich System Eins in der Wirbelsäule wieder, da jeder Wirbel bestimmte Kontrollfunktionen über Organe und Glieder ausübt.

Für die Lebensfähigkeit im System sind zwei Prinzipien besonders wichtig:

- Das Prinzip der Lebensfähigkeit
- Das Prinzip der Rekursion

Das Prinzip der Lebensfähigkeit:

Nach dem Prinzip der Lebensfähigkeit muss ein System so gegliedert sein, das seine Teilsysteme selbst wiederum lebensfähig sind. Also zumindest vom Prinzip her völlig eigenständige Systeme bilden können. Eine beliebige Gliederung in unterschiedliche Systeme ist daher nicht möglich. Die Bereichs- oder Subsystembildung muss dem Prinzip der Lebensfähigkeit entsprechen. In der klassischen Organisationslehre entspricht die divisionale Gliederung am ehesten diesem Prinzip.

Das Prinzip der Rekursion:

Das Prinzip der Rekursion besagt im Wesentlichen, dass jedes lebensfähige Subsystem eine strukturelle Kopie des Gesamtsystems ist. Was unter anderem bedeutet, dass alle Bereiche A - D mit ihren Systemen 1A - 1D gleich dem Gesamtsystem organisiert sind. Man kann auch sagen, dass jedes Subsystem im VSM wiederum sein eigenes VSM besitzt.

System 2:

Im Prinzip hat jedes einzelne System Eins völlige Verhaltensfreiheit. Diese muss jedoch eingeschränkt werden zugunsten der anderen Systeme Eins und des größeren Ganzen.

Das System Zwei übt im Wesentlichen eine Koordinationsfunktion aus. Es ist dafür zuständig, dass es zu einer Harmonisierung der Verhaltensweisen in den Systemen Eins kommt und um die Oszillationen zwischen den Systemen Eins auszugleichen. Im Abschnitt *6.1.3 Die Anwendung des Modells* wird genauer darauf eingegangen.

System 3:

Das Zusammenwirken der Systeme Eins wird durch das System Zwei koordiniert. Dabei wird aber nicht berücksichtigt, ob die Systeme Eins dadurch einen größeren oder besseren Effekt erzielen als die Summe ihrer Einzelaktivitäten. Eine höhere Effizienz sicherzustellen ist die Aufgabe von System Drei. Wie zuvor schon angeführt, wird die generelle Verhaltensfreiheit der Systeme Eins durch Vorgaben und Richtlinien zugunsten des Gesamtsystems eingeschränkt. Die Hauptaufgabe des Systems Drei ist es, den operativen Gesamtplan für das System zu erstellen. Dies geschieht mit Hilfe der Informationen, die aus den Systemen Eins und Zwei sowie aus den Systemen Vier und Fünf kommen, auf welche im Anschluss eingegangen wird.

Das System Drei ist somit für die Optimierung von Ressourcen, für deren Zuteilung und planmäßiger Verwendung zuständig. Die Kreise A - D sind zwar mit ihrer relevanten Umwelt (*siehe Abb. 8*) verbunden, da sie die wesentlichen Informationen für die Systeme Eins verarbeiten. Sie sind aber in Bezug auf das Gesamtsystem für die innere Stabilität zuständig.

System 4:

Offene Systeme können ohne Informationen aus ihrer systemrelevanten Umwelt nicht überleben. Es ist notwendig die Aufnahme, Verarbeitung und Weiterleitung von Umweltinformationen zu gewährleisten. Die Kommunikation mit der systemrelevanten Umwelt ist die Aufgabe des Systems Vier. Um das Ganze zu verdeutlichen muss erwähnt werden, dass alle Umweltinformationen, die für das Gesamtsystem relevant und wichtig sind, ausschließlich über das System Vier in das Gesamtsystem gelangen.

Die Weiterleitung der gefilterten Informationen erfolgt, wie bereits erläutert, an die Systeme Drei und Fünf. Das interne und externe Gleichgewicht wird durch das Zusammenwirken der Systeme Drei und Vier unter dem Einfluss und der Überwachung von System Fünf ausbalanciert.

System 5:

Dieses System repräsentiert die oberste Entscheidungsinstanz des Gesamtsystems im Hinblick auf die grundlegenden Normen und Regeln, in deren Rahmen sich alle anderen Systeme bewegen und mit Bezug auf die Erarbeitung und Auswahl der generellen Verhaltensalternativen im Sinne einer aktiven Gestaltung der Zukunft des Gesamtsystems.⁴⁷

Die hier beschriebenen fünf Systeme bilden zusammen mit den in *Abbildung 9* sichtbaren Verknüpfungen die Struktur des lebensfähigen Systems.

⁴⁷ Malik F., Strategie des Managements komplexer Systeme, 2003

6.1.3 Die Anwendung der Modells⁴⁸

Im vergangenen Teilabschnitt wurde, in Anlehnung an das Zentralnervensystem, vor allem der Aufbau der verschiedenen Systeme Eins bis Fünf beschrieben.

In diesem Abschnitt wird nun versucht, auf das Raster des Viable System Model von Stafford Beer ein mögliches Organisationsmodell von zukünftigen Bauprojekten zu legen. Die einzelnen Systeme und deren Aufgaben werden dazu in einen möglichen Kontext mit der Projektorganisation gebracht.

System 1:

Die in *Abb. 9* dargestellten Kreise A - D repräsentieren die Hauptaktivitäten des lebensfähigen Systems. Man könnte auch sagen, dass sie für das operative tägliche Geschäft verantwortlich sind. Im Projektkontext würde dies bedeuten, dass die Kreise A - D quasiautonome Unternehmen repräsentieren und die Systeme 1A - 1D deren zuständige Bauleiter oder Führungspersonen der jeweiligen Unternehmen sind.

Das Prinzip der Lebensfähigkeit besagt, dass das Gesamtsystem nur in solche Bereiche gegliedert werden kann, die wiederum selbstständig als Systeme funktionieren und überleben können. Was in diesem Fall bedeutet, dass ein Unternehmen – um überleben zu können – nicht unmittelbar die anderen Unternehmen im System Eins braucht. Damit es aber zu keiner willkürlichen Gliederung in den Subsystemen kommt ist das Prinzip der Rekursion wichtig. Dieses besagt, dass jedes lebensfähige System innerhalb des Gesamtsystems den gleichen Aufbau und die gleiche Struktur besitzen muss. Das heißt, dass jedes kleinere Subsystem ebenfalls über die Systeme Eins bis Fünf verfügen muss.

⁴⁸ Vgl. zum Folgenden Abschnitt: Malik, Strategie des Managements komplexer Systeme, 2003, auf Detailverweise wird verzichtet.

System 2:

Das System Zwei ist für die Koordination der Systeme Eins zuständig. Die Problematik im Projektkontext ist jedoch bekannt. Die einzelnen Führungskräfte der zuständigen Unternehmen erhalten durch die Projektleitung und die regelmäßigen Baubesprechungen ihre Zielvorgaben. Diese werden dann an die jeweiligen Arbeiter des Unternehmens oder des Gewerkes weitergeleitet.

Jedes Unternehmen agiert dabei in der für sie relevanten Umwelt mit ihren eigenen Problemen und versucht diese so gut wie möglich und ohne große Rücksichtnahme auf die anderen Unternehmen zu lösen. Der Grund liegt in der noch immer stark verbreiteten Denkweise in Gewerken und nicht in Prozessen. Würde alles planmäßig laufen, wäre das System Zwei ohne nennenswerte Funktion.

Laut Malik hängen die Schwierigkeiten von drei Faktoren ab:

1. Von der Komplexität der relevanten Umwelt, d.h. von der Art und Häufigkeit unvorhersehbarer Entwicklungen. („Die Störung ist der Regelfall“)
2. Von der Intensität der gegenseitigen Abhängigkeit der Unternehmen, z.B. wenn ein Unternehmen auf die Fertigstellung der Arbeiten des anderen Unternehmens angewiesen ist (z.B. Innenputz und Estrich). In diesem Fall hat die Abhängigkeit sofort Auswirkungen auf den Terminplan.
3. Von der Qualität des Managements bzw. von der Güte des Führungspersonals in den Systemen 1.

Diese Störungen auszugleichen, egal welche Quellen und Ursachen sie haben, ist die Aufgabe von System Zwei.

Es soll durch seine Funktion dazu beitragen, dass zwischen den Unternehmen Synergieeffekte entstehen. Die Leistungen der einzelnen Unternehmen und ihres Managements sind Aufgabe der Unternehmen. Die Koordination der Unternehmen und die dadurch erreichten Synergieeffekte sind Aufgabe des Gesamtsystems. Die Koordinationsaufgabe des Systems Zwei würde bei kleineren Projekten beispielsweise dem Polier und bei größeren Projekten dem Projektmanagementteam zufallen.

System 3:

Wie in Abschnitt 6.1.2 *Das Modell* schon erwähnt wurde, liegt die Aufgabe des Systems Drei darin, eine höhere Effizienz bei der Zusammenwirkung der Systeme Eins (den Unternehmen) zu erreichen. Im Projektkontext übernimmt der Projektleiter (PL) die Aufgaben des Systems Drei. Der PL ist für die Optimierung der Kapazitäten, deren Zuteilung und planmäßiger Verwendung auf der Baustelle sowie für die Einhaltung des Terminplans und die Logistik zuständig. Zur Erfüllung dieser Aufgaben – unter ständig wechselnden Umständen – stehen drei große Kommunikationsverbindungen zur Verfügung:

1. Die zentrale vertikale Befehlsachse, die zu den Führungskräften der einzelnen Unternehmen läuft.
2. Ein Kanal zu System Zwei über den der PL Informationen über die Koordination und den Koordinationserfolg von System zwei erhält.
3. Ein Kanal, der direkt mit den Unternehmen verbunden ist. Über diesen Kanal erhält der PL sogenannte Echtzeitinformationen von der Baustelle. Das sind Informationen über neuartige Entwicklungen, die in den Plänen noch gar nicht enthalten sein können (d.h. im Rahmen der formalen Planüberwachung).

Der PL ist mit Ausnahme seiner Verbindung zum System Vier ständig für die Erhaltung des internen Gleichgewichts, der internen Harmonie und der ständigen Optimierung der Abläufe verantwortlich.

System 4:

Die Aufnahme, Verarbeitung und Weiterleitung von Umweltinformationen ist die Aufgabe von System Vier. Wenn man sich ein Projekt vorstellt, in dem viele unterschiedlichen Unternehmen während der Planungs- und Errichtungsphase integriert sind, unterscheiden sich die Umweltinformationen, die von den einzelnen Unternehmen aufgenommen werden eindeutig von den Umweltinformationen, die für das Gesamtprojekt wichtig sind. In diesem Zusammenhang kann man auch von der Durchführung einer ständigen Umfeldanalyse sprechen.

Es ist daher wichtig, dass alle systemrelevanten Umweltinformationen ausschließlich über das System Vier in das Gesamtsystem gelangen. Die Funktion des Systems Vier in einem Unternehmen ist am ehesten mit der einer Stabstelle zu vergleichen.

Die Funktionen des Systems Vier lassen sich wie folgt beschreiben:

1. Das System Vier ist die Verbindung des obersten Entscheidungszentrums (System Fünf) des Projekts mit dem autonomen Management (System Drei, PL) über die zentrale Befehlsachse.
2. Es ist verantwortlich für die Aufnahme und Verarbeitung von Informationen über das Projektumfeld sowie für die Weiterleitung an das oberste Entscheidungszentrum (System Fünf) und an das autonome Management (System Drei, PL)

Das System Vier hat sehr umfangreiche Aufgaben zu erledigen. Es lässt sich somit schwer eine allgemeine Aussage darüber treffen, welche Person oder Institution diese Funktion übernehmen kann oder soll. Dies bedarf vielmehr einer exakten Analyse der Gesamtsituation und kann für jedes Projekt, abhängig von Art und Größe, unterschiedlich sein.

System 5:

Das System Fünf stellt die oberste Entscheidungsinstanz dar. Man kann es durchaus mit den Aufgaben des Bauherrn oder dessen Vertreter vergleichen. Hier werden alle projektrelevanten Entscheidungen getroffen. Diese sollten jedoch nicht ausschließlich durch den jeweiligen Bauherrn allein getroffen werden, sondern in engster Interaktion mit den Systemen Drei (PL) und Vier abgestimmt werden.

Wird nun versucht, jedes System kurz zu charakterisieren und aus der Sicht des Bauherrn darzustellen, so gelangt man zu folgendem Schema:

System Eins: Was geschieht hier und jetzt?

System Drei: Was wird demnächst und im Rahmen der kurzfristig nicht änderbaren Gegebenheiten passieren?

System Vier: Was könnte unter Einbeziehung gewisser vage erkennbarer Entwicklungstendenzen und bei Beseitigung von internen Engpässen geschehen?

System Fünf: Was sollte bei Berücksichtigung all dieser Überlegungen geschehen?

(System Zwei kann nicht in dieses Schema integriert werden, da seine Aufgabe bekanntlich die Koordination der Systeme Eins ist.)

Die folgende graphische Darstellung des Systems, wie sie von Herrn Dr. Hans Steiner beim EKS Kongress in Zürich, am 22. September 2009, präsentiert wurde, zeigt eine mögliche Adaption des VSM für Bauprojekte. Die Systeme Zwei und Drei wurde vom Verfasser hinzugefügt bzw. in ihrer Bezeichnung ergänzt.

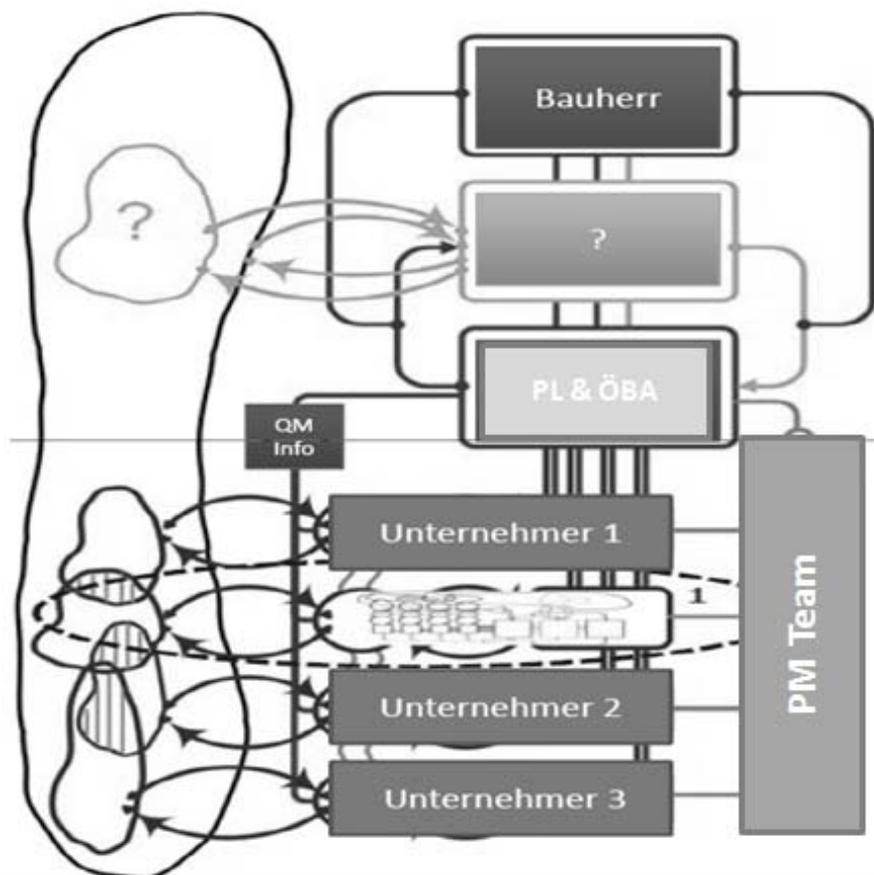


Abbildung 10: Das VSM in der Projektorganisation [Quelle Dr. Hans Steiner]

6.2 Sensitivitätsmodell Prof. Vester^{® 49}

Das Sensitivitätsmodell (SM) von Prof. Vester basiert im Wesentlichen auf den Erkenntnissen der Biokybernetik, da zur Entwicklung des SM eine neue Betrachtungsweise ohne Berücksichtigung der linearen Ursache-Wirkung-Theorie notwendig war. Das Modell wurde anfänglich für eine Studie entwickelt. Die Weiterentwicklung des Modells bis zu seiner heutigen Anwendungsform geschah anfänglich aus finanziellen Gründen im regelmäßigen Austausch der Benutzer untereinander. Durch die regelmäßige Anwendung des Modells in der Praxis wurde auch die Methodik ständig verbessert. Das Wort Sensitivität ist eine über Sensibilität hinausgehende Empfindsamkeit eines Organismus, der bereits auf die geringsten äußeren oder inneren Einflüsse reagiert. Das SM spiegelt nicht nur die Systementwicklung wider, es ist auch in der Lage, die darin herrschende Kybernetik zu bestimmen. Durch die Sichtbarkeit der Wirkungsflüsse ist es dem Anwender möglich, sie durch neue Weichenstellungen zu beeinflussen, die Systemkonstellationen durch Selbstregulation zu verbessern und Mithilfe von Simulationen das erwartete Verhalten zu generieren.

Um die Grundzüge des Systems zu verstehen ist es vorweg nötig, sich genauer mit den acht Regeln der Biokybernetik nach Vester zu beschäftigen.

6.2.1 Acht Regeln der Biokybernetik

Alle komplexen Systeme unserer Welt besitzen das gleiche Grundmuster und sind miteinander vernetzt. Die acht Grundregeln gelten für jedes einzelne Glied eines natürlichen Systems und analog dazu auch für von Menschen geschaffene Systeme. Die Anlehnung an die Natur ist sinnvoll und nutzbringend, da sie in Bezug auf die Selbstorganisation seit Milliarden von Jahren reibungslos funktioniert.

⁴⁹ Vgl. zum Folgenden Abschnitt: Vester, Die Kunst vernetzt zu denken, 2003, auf Detailverweise wird verzichtet.

1. Negative Rückkopplung muss über positive Rückkopplung dominieren

Das Verhältnis von positiver bzw. negativer Rückkopplung ist dadurch gekennzeichnet, dass eine negative Rückkopplung dominieren muss, weil sie für die stabilen Verhältnisse innerhalb eines Systems zuständig ist. Positive Rückkopplung hat die Funktion eines Verstärkers. Würde ihr jedoch durch negative Rückkopplung nicht Einhalt geboten, würde das System zerstört. Beispiel: Der Säbelzahn tiger weilte nur kurz auf der Erde, da er jede Beute erwischte und so seine Ressourcen selbst zerstörte und ausstarb. Es fehlte die negative Rückkopplung, die für eine ausgewogene Biosphäre gesorgt hätte (z. B. natürliche Feinde). Siehe dazu auch Kapitel 5.2.5 *Regelkreise und deren Rückkopplung*.

2. Die Systemfunktion muss vom quantitativen Wachstum unabhängig sein

Wenn ein System wachsen und gleichzeitig überleben will muss es Metamorphosen durchmachen. Wachstum ist durchaus sinnvoll, darf jedoch nicht zum Selbstzweck werden, da dadurch die Selbstregulierung und somit das Prinzip der ersten Grundregel aufgehoben wird. Beispiel: Das menschliche Gehirn ist sehr schnell ausgewachsen und damit früh funktionsfähig. Würde es immer weiter wachsen, d.h. würde der Aufbau unseres Biocomputers durch den Einbau neuer Chips ständig unterbrochen, müsste unser Gehirn immer wieder von Null starten und es käme zu einem Verlust der Funktionserfüllung.

3. Das System muss funktionieren und nicht produktorientiert arbeiten

Nur dadurch kann die Flexibilität erzielt werden, die für Unternehmen oder Projekte in Zeiten des technischen oder sozialen Wandels notwendig ist. Produkte ändern sich, die Funktionen bleiben jedoch immer dieselben, da nicht das Produkt an sich profitabel ist, sondern das Bedürfnis das damit gestillt wird.

Beispiel: Der damalige Durchbruch von VW auf dem Weltmarkt ist ja bekanntlich in erster Linie nicht auf den Käfer selbst zurückzuführen sondern auf den einmaligen flächendeckenden Service den VW angeboten hat.

4. Nutzung vorhandener Kräfte nach dem Jui-Jitsu-Prinzip statt Bekämpfung mit der Boxer Methode

Natürliche Systeme arbeiten nach dem Prinzip der asiatischen Selbstverteidigung. Sie nutzen bereits vorhandene Kräfte anstatt sie durch den gleichen Kraftaufwand zu bekämpfen. Beispiel: Die Nutzung von Sonnen- und Windenergie erfordert wesentlich geringere Investitionen als ein herkömmliches Kraftwerk, das mit einem hohen Aufwand an Steuerenergie betrieben wird. In eine ähnliche Richtung zielt das Prinzip der Prophylaxe. Beispiel: Würde man mehr auf die rechtzeitige Erhaltung und Nutzung der Selbstreinigungskraft der Gewässer achten, würde man sich teilweise den Bau von teuren Kläranlagen ersparen.

5. Mehrfachnutzung von Produkten, Funktionen und Organisationsstrukturen

In Anlehnung an die Natur sollten auch Produkte und Verfahren so geschaffen werden, dass sie nicht isoliert voneinander eingesetzt werden sondern gemeinsam genutzt werden. So genannte Multifunktionale Systeme. Ein einfaches Beispiel dafür ist die Vielzahl von unterschiedlichen Ladegeräten für Handy Akkus die alle den gleichen Zweck erfüllen, nämlich das Laden des Akkus. Dies hätte keinerlei Auswirkungen auf den Wettbewerb untereinander, da nicht das Ladegerät das Bedürfnis stillt, sondern das Handy.

6. Recycling: Nutzung von Kreisprozessen

Man sollte bedenken, dass die Natur im Prinzip nichts produziert, das nicht in irgendeiner Form woanders seine Anwendung findet. Aus gutem Grund hat sie so im Laufe der Zeit einen geschlossenen Kreislaufprozess gebildet. Auch das Recycling ist ein Kreislaufprozess, in dem Ausgangs- und Endprodukte verschmelzen. Viele Produkte werden schon recyclingfähig hergestellt. Beispiel: In der Autoindustrie werden viele Einzelkomponenten zum Teil Recycling kompatibel produziert.

7. Symbiose: Gegenseitige Nutzung von Verschiedenartigkeit durch Kopplung und Austausch.

Symbiose bezeichnet das enge Zusammenleben unterschiedlicher Arten zum gegenseitigen Nutzen. Beispiel: Die Darmbakterien leben von der Nahrung des Menschen, bauen aber im Gegenzug lebenswichtige Vitamine auf. Die Symbiose bildet in der Natur die Grundlage aller lebenden Systeme. Sie demonstrieren anschaulich den systemischen Charakter der Natur, weil die Vernetzung untereinander deutlich wird. Ihr ökologischer Sinn besteht in einer beträchtlichen Rohstoff-, Energie- und Transportersparnis. In der Wirtschaft wird dies beispielsweise über Unternehmensfusionen versucht.

8. Biologisches Design von Produkten, Verfahren und Organisationsformen durch Feedback-Planung

Die achte Regel besagt, dass jedes Produkt, jede Funktion und jede Organisation mit der Biologie des Menschen und der Natur vereinbar sein muss, dass heißt sie muss der Struktur überlebensfähiger Systeme entsprechen (vgl. *6.1 Das Viable System Model* von Stafford Beer).

Allgemeingültigkeit der acht Grundregeln

Als treffendes Beispiel dafür nennt Vester das World Wide Web. Er vergleicht dabei die unkontrollierte Vernetzung untereinander mit einem Krebsgeschwür. Denn weder Blutkreisläufe noch Nervensysteme sind über den individuellen Organismus hinaus miteinander verbunden und das aus gutem Grund.

Die Natur will somit vermeiden, dass Fehler und Störungen an einer Stelle nicht automatisch an alle anderen Stellen übertragen werden. Dies ist teilweise bereits durch die zunehmende Globalisierung, wie man aktuell anhand der noch immer nicht ausgestandenen Wirtschaftskrise deutlich erkennen kann, geschehen.

Die starke Vernetzung untereinander macht eine einzelne Betrachtung der Dinge unmöglich und jede Aktion führt zu einer weiteren Reaktion im System. Im Zuge der Finanzkrise in den USA im Jahr 2008 sprach man dabei von systemrelevanten Banken, deren Zusammenbruch zu einem Kollaps des Gesamtsystems geführt hätte. Als Beleg dafür sei etwa der Zusammenbruch der Investmentbank Lehman Brothers erwähnt, dessen Nachwirkungen weltweit zu spüren waren.

Als weiteres Beispiel nennt Vester die Gefährlichkeit von Viren und Cyberattacken, die das Gesamtsystem schon jetzt gefährden. Deshalb sollte die Planung und Gestaltung unserer Projekte nie isoliert, sondern immer im Feedback mit der systemrelevanten lokalen Umwelt betrachtet werden.

Laut Vester gilt es in Zukunft Organisationsformen zu vermeiden, die nicht den acht Grundregeln der Biokybernetik entsprechen. Diese Allgemeingültigkeit trifft dadurch zu, weil alle komplexen Systeme unserer Welt durch ihre Vernetzung wiederum Teil einer höheren Ordnung sind und durch alle Größenordnungen hindurch das gleiche Grundmuster besitzen.

6.2.2 Vernetztes Vorgehen

Wenn wir komplexe Systeme mit Hilfe der acht Regeln der Biokybernetik betrachten, müssen wir das Modell in neun ineinandergreifende Arbeitsschritte zerlegen:

1. Systembeschreibung
2. Erfassung der Einflussgrößen
3. Prüfung auf Systemrelevanz
4. Hinterfragung der Wechselwirkungen
5. Bestimmung der Rolle im System
6. Untersuchung der Gesamtvernetzung
7. Kybernetik einzelner Szenarien
8. Wenn-dann-Prognosen und Policy-Tests
9. Systembewertung und Strategie

1. Systembeschreibung

Bei der Systembeschreibung geht es darum, dass vorliegende System im Sinne der „Erhöhung der Lebensfähigkeit“ zu beschreiben. Dabei wird vom Groben ins Feine vorgegangen, d.h. es werden zuerst übergeordnete Teilziele definiert und die Systemgrenzen festgelegt. Um ein brauchbares Systembild zu generieren ist es wichtig, dass alle Beteiligten und Betroffenen an diesem Prozess teilnehmen. Durch diese Vorgehensweise werden bereits im Vorfeld Fehler im Umgang mit komplexen Systemen wie mangelhafte Zielbeschreibung, einseitige Schwerpunktbildung oder autoritäres Verhalten vermieden.

2. Erfassung der Einflussgrößen

Aus der Systembeschreibung, die alle relevanten Daten für ein Projekt enthält, lassen sich nun die wesentlichen Faktoren herausfiltern, die für das

Systemverhalten eine Rolle spielen. Wichtig ist dabei, dass die Faktoren variabel sind und es sich nicht um feste Größen handelt. Eine gute Methodik zur Gesamterfassung liefert dabei ein sogenanntes „Brainstorming“ unter allen Beteiligten. Parallel dazu werden Fragen, Bemerkungen und Vorschläge festgehalten, die später zur Beschreibung der einzelnen Variablen dienen.

3. Prüfung auf Systemrelevanz

Bis zu diesem Schritt befinden wir uns immer noch im Klassifizierungsprozess der Informationen, der die Basis bildet. Im Anschluss daran muss der Prozess der systemrelevanten und -gerechten Auswahl stattfinden, wobei es ist wichtig, die gesammelten Variablen aus verschiedenen Blickwinkeln zu betrachten und systematisch abzutasten. Die Menschen des Systems müssen genauso betrachtet werden wie die Beziehungen des Systems zur Umwelt. Von besonderer Bedeutung ist dabei, dass die Variablen ein reales und kein theoretisches System abbilden. Ausschlaggebend sind dabei die drei Entitäten (*Sammelbegriff für alles Existierende*) Materie, Energie und Information sowie Variablen die das System nach außen hin öffnen. Es kann dadurch mit seinem Umfeld kommunizieren.

Die gesammelten Variablen werden mit Hilfe der Kriterienmatrix, auf die im Absatz *6.2.4 Kriterienmatrix* noch genauer eingegangen wird, strukturiert und gefiltert. Der Variablensatz wird dadurch für den Anwender auf 20 - 30 Komponenten reduziert und handhabbar gemacht.

4. Hinterfragung von Wechselwirkungen

Der erste Schritt nach der Klassifizierung beginnt damit, die Wirkung der jeweiligen Variable auf die Anderen zu hinterfragen um somit über möglicherweise, zum Zeitpunkt der Untersuchung, verborgene Einflüsse, Wechselwirkungen und Abhängigkeiten ein klares Bild zu erhalten.

Dazu wird im Falle einer Veränderung der Variable die Stärke ihrer Wirkung auf andere Variablen abgeschätzt und in eine Einflussmatrix eingetragen.

Objektivität ist dabei eine nicht unbedingt notwendige Bedingung, da für menschliche Beziehungen oft subjektive Informationen viel wichtiger sind. Beispiel laut Vester:

„Die Tatsache, dass A denkt, B sei im feindlich gesinnt, hat zum Beispiel einen größeren Einfluss auf das Verhalten von A gegenüber B als die objektive Tatsache, dass B ihm gar nicht feindlich gesinnt ist“.

5. Bestimmung der Rolle im System

Mit Hilfe der Einflussmatrix lässt sich jede Variable zwischen den vier Eckwerten „aktiv“, „passiv“, „kritisch“ und „puffernd“ zuordnen. Die kritischen Punkte des Systems lassen sich daraus ableiten und in weiterer Folge kann man eine Aussage darüber treffen, welche Faktoren sich als Hebel eignen und welche eher als Messfühler dienen. Dabei lässt sich feststellen, dass manche Systeme sehr aktiv sind und manche sehr träge.

Eine Besonderheit im SM ist die rekursive Vorgehensweise. Währenddessen werden die einzelnen Schritte bewusst nicht bis zur Perfektion ausgearbeitet, da sich zukünftige Schritte auch auf davor liegende auswirken können und das System bis zum Schluss flexibel gehalten werden sollte.

Diese iterative Vorgehensweise ist einfacher, schneller und weist eine geringere Fehlerwahrscheinlichkeit auf als der Versuch einer Perfektionierung des anfänglichen Variablensatzes.

6. Untersuchung der Gesamtvernetzung

Durch die Einflussmatrix und ihrer Berechnung der Rollenverteilung der Variablen ergeben sich bereits erste Strategiehinweise. Vester spricht in dieser Stufe von den „genetischen Anlagen“ des Systems, das heißt, man bekommt einen Aufschluss darüber wie sich das System unter realen Bedingungen verhält bzw. auf welche Art und Weise sich dies im Systemverhalten widerspiegelt. Um die Systemdynamik sichtbar zu machen, ist ein zweidimensionales Wirkungsgefüge notwendig. Voraussetzung dafür ist eine von Vester entwickelte Computersoftware. Sie filtert die verschachtelten Regelkreise aus dem Wirkungsgefüge heraus, registriert Auswirkungen von Veränderungen am Netzwerk und analysiert Rückkopplungen und Warnungen.

7. Kybernetik einzelner Szenarien

Mit Hilfe der von Vester entwickelten Software lassen sich relativ rasch jene Subsysteme herauskristallisieren, die man auf ihre Kybernetik hin untersuchen möchte. An diesem Punkt der Entscheidungsebene angekommen, lassen sich Strategien erproben sowie Policy-Tests und Regelkreisanalysen durchführen. Im nächsten Schritt wird man von solchen Teilszenarien dazu übergehen, dass Systemverhalten des Gesamtsystems unter den Folgen bestimmter Eingriffe zu simulieren. Es handelt sich dabei um sogenannte Wenn-dann-Prognosen, deren Ergebnisse bestimmte Tendenzen, Grenzwerte und Reaktionen des Systems wiedergeben. Planungsfehler wie „irreversible Schwerpunktbildung“ oder „Übersteuerung des Systems“ lassen sich dadurch vermeiden.

8. Wenn-dann-Prognosen und Policy-Tests

Zur Sicherstellung einer ganzheitlichen Aussage des Systemmodells sollte der Aufbau der Simulationen gemeinsam mit allen Betroffenen erfolgen.

Eine Argumentation ist nur bei voller Transparenz plausibel und anderen gegenüber vertretbar. Die Simulation einzelner Szenarien liefert aber nur eine Angabe über Trends im Systemverhalten. Sie liefert keineswegs eine feste Aussage über das Eintreten von Ereignissen.

9. Systembewertung und Strategie

Dank des stufenweisen Aufbaus des Modells bekommt der Anwender schon in den ersten Phasen einen neuen Bezug zum untersuchten System. Durch die rekursive Betrachtung tauchen Fragen auf, die bis dahin noch nie gestellt worden sind und man beginnt das System aus einem anderen, einem auf den acht Regeln der Biokybernetik basierenden Blickwinkel zu betrachten. Dass scheinbar gleichwertige Variablen eine unterschiedliche Rolle spielen können, zeigt bereits die Einflussmatrix. Die durchgängige Offenheit in der Bewertung und die sich anbietende Strategie werden wiederum durch die rekursive Arbeitsweise unterstützt.

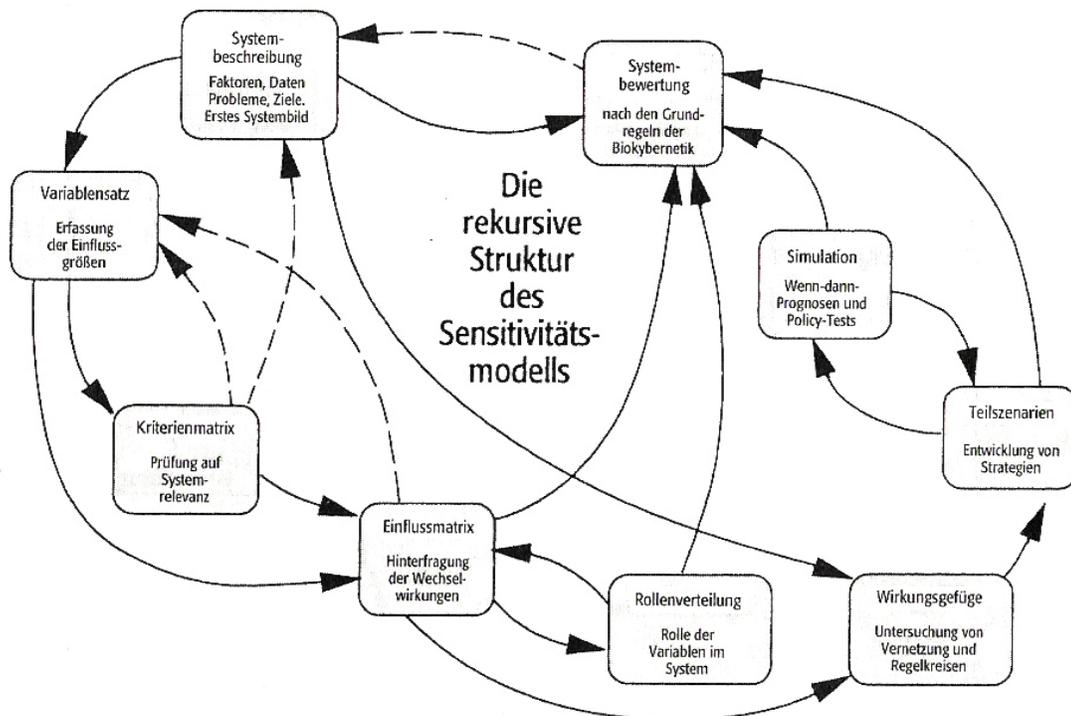


Abbildung 11: Die rekursive Struktur des Sensitivitätsmodells [Quelle: Vester 2002]

6.2.3 Der systemrelevante Variablensatz

Variablen sind veränderliche Größen, sie bilden sozusagen die Knotenpunkte eines Systems. Aus den Wechselwirkungen der verschiedenen Variablen wird mit Hilfe des SM die Kybernetik des Systems ermittelt. Um zu einem aussagefähigen Modell zu kommen ist es allerdings notwendig, die Variablen auf systemrelevante Schlüsselkomponenten zu reduzieren.

Systemrelevante Schlüsselkomponenten können sein:

- objektive Fakten
- reine Erfahrungswerte
- qualitative Fakten
- quantitative Fakten

Als Basis für die Sensitivitätsanalyse sollte ein überschaubarer Datensatz von 20 bis 40 Variablen dienen. Diese Größenordnung ergibt sich aus den Grundeigenschaften komplexer Systeme wie sich später noch zeigen wird. Der Variablenname ist dabei immer nur ein Kurzbegriff für eine Systemkomponente und muss mit Hilfe von Indikatoren näher beschrieben werden.

Variablenliste	Variablenbeschreibung Ausreichende Infrastruktur
<ol style="list-style-type: none"> 1. Lebensqualität 2. Wirtschaftskraft des Ortes 3. Öffentlicher Nahverkehr 4. Image des Ortes 5. Freizeitangebot 6. Einwohner Zahl 7. Autogerechte Verkehrswege 8. Intakte Umwelt 9. Arbeitsplätze 10. Gäste und Besucher 11. Kultur Angebot 12. Verkehrsbelastung 13. Kurangebot 14. Zukunftsorientierte Politik 15. Finanzmittel der Stadt 16. Intakte Landwirtschaft 17. Ausreichende Infrastruktur 18. Neue Mobilität 	<ul style="list-style-type: none"> • Bildungs- und Beratungseinrichtungen • Medizinische Versorgungseinrichtungen • Sicherheitsorgane Polizei, Notdienste • Soziale Betreuung (Kinder, Alte, Kranke) • Behinderteneinrichtungen • Kirchliche Einrichtungen • Hilfsorganisationen • Vereine • Umweltgerechtes Entsorgungskonzept • Umweltgerechte Versorgung (Wasser, Energie etc.)

Abbildung 12: Variablensatz mit einer Beschreibung [Quelle: Vester 2002]

6.2.4 Kriterienmatrix

Die Beschränkung der Variablen auf eine überschaubare Zahl ist unumgänglich um die Handlichkeit des Systemmodells zu gewährleisten. Eine aussagekräftige Zusammenstellung erhält man nur dann, wenn der Variablensatz die wichtigsten Systemkriterien abdeckt. Die rekursive Vorgehensweise verändert oder ergänzt der bisherige Variablensatz noch einmal. Zur Abbildung der Realität im Modell ist es notwendig, den vorhandenen Variablensatz auf alle Grundaspekte im System hin zu prüfen. Als essentielle Bestandteile eines Systems zählen nach Vester demnach:

- die sieben Lebensbereiche
- die drei physikalischen Entitäten
- die vier Aspekte der Systemdynamik
- und die vier Arten der Systembeziehung einer Variablen

Definition der sieben Lebensbereiche und deren Grundfragen laut Vester:

- | | |
|------------------------|------------------------------------------|
| 1. Die Beteiligten | Wer ist alles da? |
| 2. Die Tätigkeiten | Was machen die? |
| 3. Der Raum | Was passiert wo? |
| 4. Das Befinden | Wie fühlen sie sich dabei? |
| 5. Die Umweltbeziehung | Wie funktioniert der Ressourcenhaushalt? |
| 6. Die inneren Abläufe | Welche Kommunikationswege bestehen? |
| 7. Die innere Ordnung | Wie wird was geregelt? |

Definition der physikalischen Grundkriterien einer Variablen laut Vester:

Materie:

Variablen, die vorwiegend materiellen Charakter haben; z.B. Gebäude, Rohstoffe, Produktionsmittel, Menschen, Tiere, Pflanzen, Fahrzeuge,...

Energie:

Variablen, die vorwiegend Energiecharakter haben; z.B. Stromverbrauch, Arbeitskräfte, Energieträger, Finanzkraft, Entscheidungsgewalt,...

Information:

Variablen, die vorwiegend Informations- und Kommunikationscharakter haben; z.B. Medien, Entscheidungen, Aufklärung, Informationsaustausch, Anordnungen, Wahrnehmungen, Akzeptanz, Attraktivität,...

Definition der dynamischen Grundkriterien einer Variablen laut Vester:

Flussgröße:

Variablen, die vorwiegend Materie-, Energie- oder Informationsflüsse innerhalb des Systems ausdrücken; z.B. Stromverbrauch, Verkehr, Pendler, Anweisungen, Attraktivität,...

Strukturgröße:

Variablen, die mehr struktur- als flussbestimmend sind; z.B. Grünflächen, Bevölkerungsdichten, Verkehrsnetze, Erreichbarkeit, berufliche Diversität, zentrale oder dezentrale Verteilung, Hierarchie,...

Zeitliche Dynamik:

Variablen, die sich am gleichen Standort zu gegebener Zeit verändern oder denen eine zeitliche Dynamik anhaftet; z.B. Saisonbetrieb, Wahlversammlungen, Klimafaktoren, Fahrpläne, Steuerprüfung,...

Räumliche Dynamik:

Variablen, die zu gegebener Zeit von Standort zu Standort verschieden sind; z.B. Verkehrsaufkommen, Abwässer, Naturschutzgebiet, Strukturförderung,...

Definition der Systembeziehungen einer Variablen laut Vester:

Öffnet das System durch Input:

Variablen, die das System durch Einwirkungen von außen öffnen; z.B. Niederschläge, Deponien, Importe, Fremdenverkehr, überregionale Erlasse und Entscheidungen, Subventionen,...

Öffnet das System durch Output:

Variablen, die in umgebende Systeme hineinwirken; z.B. Abflüsse, Auspendler, Exporte, überregionale Steuern, Image, Werbung,...

Von innen steuerbar:

Variablen, die durch Entscheidungsprozesse steuerbar sind, die innerhalb des betrachteten Systems stattfinden. Sie sind unter anderem ein Maß für die Autarkie des Systems.

Von außen steuerbar:

Variablen, die Entscheidungsprozessen unterliegen, die außerhalb des betrachteten Systems stattfinden. Sie sind unter anderem ein Maß für die Dependenz des Systems.

Kriterien →	LEBENSBEREICHE							PHYS. KATEG.			DYN. KATEGORIE				SYSTEMBEZIEHG.			
	Wirtschaft	Population	Flächennutzung	Humanökologie	Naturhaushalt	Infrastruktur	Gemeinwesen	Materie	Energie	Information	Flußgröße	Strukturgröße	zeitliche Dynamik	räumliche Dynamik	öffnet Sys. d. Input	öffnet Sys. d. Output	von Innen beeinfl.	von Außen beeinfl.
1 Lebensqualität				●	○	○		○		●		○	○	○		●	●	○
2 Wirtschaftskraft des Ortes	●	○						○	●	○	○	○	○		●	○	○	○
3 Öffentlicher Nahverkehr			●			●	○	●		○	○	○	○		○	○	○	○
4 Image des Ortes				●						●	●		●			●	○	○
5 Freizeitangebot	○		○			●		●		●		●	○	●	●	●	●	
6 Einwohner-Zahl		●						●				○	●	○	○	○	○	○
7 Autogerechte Verkehrswege			●			●	○	●		○		●		○	●	○	●	○
8 Intakte Umwelt			●		●	○		●	●		○	○	○	○	○	○	●	○
9 Arbeitsplätze	●	●		○			○	●	○			●	○	○	○	○	○	○
10 Gäste und Besucher		●						●				○	○	○	○	○	○	○
11 Kultur-Angebot	○		○	●		●		○		●		○		○	○	○	○	○
12 Verkehrsbelastung		○	●	●	●	●		●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
13 Kurangebot			○	●	○	●		○		●		○		○		○	○	○
14 Zukunftsorient. Gemeindepol				○			○		○			○	○		○	○	○	○
15 Finanzmittel der Stadt	●							○	○	○	○	○	○		○	○	○	○
16 Intakte Landwirtschaft	●		●		●	○		○	○		○	○	○			○	○	○
17 Ausreichende Infrastruktur	○			●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
18 Neue Mobilität			●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Summe:	5,5	4,0	7,5	7,5	5,0	9,5	4,5	15,0	6,5	11,0	8,5	13,0	11,0	8,5	9,0	11,0	16,0	9,0

Abbildung 13: Kriterienmatrix [Quelle: Vester 2002]

6.2.5 Wirkungen im Systemzusammenhang

Im letzten Abschnitt wurden die einzelnen Variablen, deren Inhalt und Art näher beschrieben. Erst jetzt kann mit dem eigentlichen Ziel des SM, der Modellbildung und somit mit der Analyse ihrer Wirkungen im Systemzusammenhang begonnen werden.

Laut Vester lässt sich die Rolle einer Variablen niemals aus sich selbst erkennen, sondern immer nur aus ihren Wechselwirkungen mit den übrigen Komponenten

des Systems. Der erste Schritt zu einer kybernetischen Betrachtung ist deshalb die Abschätzung der Einflüsse jeder Variablen auf jede andere.

Die Fragestellung, die es dabei zu beantworten gilt lautet nach Vester wie folgt: Wenn ich ein Element A verändere, wie stark verändert sich dann – ganz gleich in welche Richtung – durch direkte Einwirkung von A das Element B? Durch diese Art der Bewertung bekommen die Variablen nach und nach eine systemrelevante Charakteristik. Vester unterteilt die Variablen dabei in vier verschiedene Eckpunkte:

1. *Aktiv*

Hier befinden sich die wirksamen Schalthebel des Systems, die das System nach erfolgter Änderung erneut stabilisieren.

2. *Kritisch*

Hier befinden sich sogenannte Beschleuniger oder Katalysatoren um Dinge überhaupt in Gang zu bringen. Dabei ist allerdings Vorsicht geboten, da eine unkontrollierte Beeinflussung zum Aufschaukeln oder Kippen des Systems führen kann.

3. *Puffernd*

Hier befindet sich der Bereich der unnützen Eingriffe und Kontrollen sofern man nicht plötzlich Schwellen oder Grenzwerte überschreitet.

4. *Reaktiv*

Hier befindet sich der Bereich der Symptombehandlung, das heißt Eingriffe in diesem Bereich sind nur von kurzem Erfolg geprägt. Sie eignen sich aber sehr gut als Indikatoren.

Mit Hilfe dieser vier Aspekte und ihren Zwischenstufen gelingt es, die vernetzten Wirkungen der Systemelemente aufeinander abzuschätzen.

Durch diese Vorgehensweise wird die Rolle jeder Variablen im System erstmals sichtbar und gibt Aufschluss darüber, welche Kräfte im Inneren jeder Variable stecken. Die Stärke dieses Werkzeuges liegt aber keinesfalls bei spekulativen

Voraussagen sondern vielmehr beim Aufzeigen von Möglichkeiten, wie das untersuchte System gestaltet und beeinflusst werden muss, damit es flexibel und selbststabilisierend gegenüber äußeren und inneren Einflüssen reagiert. Durch die Betrachtung einzelner Teilszenarien und deren Regelkreise (*vgl. 5.2.5 Regelkreise und deren Rückkoppelung*) lässt sich auf diese Art und Weise auch die Reaktion des Systems auf unerwartete Entwicklungen antizipieren.

Durch die Anwendung des Sensitivitätsmodells von Prof. Vester lässt sich feststellen, dass sich Eingriffe in ein komplexes System in den wenigsten Fällen in einer direkten Ursache-Wirkung-Relation mit benachbarten Elementen äußern und somit eine linear-kausale Abschätzung der Auswirkungen eines Eingriffes immer nur zufällig richtig sein kann.

Durch die Datenreduktion auf sogenannte Schlüsselvariablen bietet das SM somit eine sehr gute Grundlage zur Erfassung, Beschreibung und Auswertung von komplexen Systemen, da eine vollständige Datenerfassung immer Utopie bleiben wird. Die rekursive Vorgehensweise und die ständige Überarbeitung und Hinterfragung der einzelnen Variablen fördert nicht nur den gemeinsamen Konsens der unterschiedlichen Interessensgruppen sondern auch das fächerübergreifende Denken. Sie visualisiert auf einfache Art und Weise die Zusammenhänge der einzelnen Variablen.

6.3 Das KOPF System

6.3.1 Grundsätze des KOPF-Systems

„ Wir leben und arbeiten in komplexen Beziehungsnetzen mit einer zunehmenden Veränderungsdynamik. Aber die Methoden und Verfahren, mit denen wir unsere Arbeitsprozesse planen und lenken, stammen aus einfachen, statischen Strukturen“

(Heinz Grote)

Das Management-System **KOPF** *Kybernetische Organisation, Planung und Führung* wurde in den Jahren 1974 bis 1978 vom deutschen Bauingenieur und Architekten Heinz Grote (geb. 1928) entwickelt. Ausschlaggebend waren dafür zahlreiche Studien und Untersuchungen über die mangelnde Produktivität der deutschen Bauwirtschaft.

Dass sich diese auch in den letzten Jahren nicht wesentlich verbessert hat zeigt eine jüngere Studie der Produktivitätsberatungsfirma Czipin & Partner Wien aus dem Jahre 2001. Diese kommt zu folgendem Schluss:⁵⁰

Der deutsche Mittelstand verschwendet durchschnittlich 78 Arbeitstage pro Jahr und Mitarbeiter. Der Produktivitätszuwachs konnte zwar um 8,5 Prozent im Jahr 1999 gesteigert werden, dennoch bleibt ein ungenutztes, wachsendes Produktivitätspotential von 36 Prozent. Um das Ganze in Zahlen auszudrücken: Umsätze in der Höhe von 580 Milliarden Mark, die mit gleicher Belegschaft gemacht werden könnten, gehen dem Mittelstand dadurch verloren und die Bauwirtschaft ist daran mit rund 120 Milliarden Mark beteiligt.

⁵⁰ Grote H., Eine neue Arbeitskultur bringt neues Wachstum, 2006

Das KOPF- System basiert auf dem „Total Quality Management“ (TQM) das von W. Edward Demming entwickelt wurde sowie dem „Viable System Model“ von Stafford Beer. Im Bereich der Produktivitätssteigerung lehnt sich Grote sehr stark an den Arbeiten des Baumeisters Erich Koß an. W. Edward Demming erlangte weltweite Bekanntheit durch die – mit seiner Hilfe entwickelte – „Toyota Produktion“. Diese garantierte dem japanischen Autobauer Toyota innerhalb von wenigen Jahren die Marktführerschaft im Automobilbau und wird mittlerweile von anderen Automobilkonzernen ebenso erfolgreich angewendet.

Das „Viable System Model“ (VSM) von Stafford Beer wird im KOPF-System durch die „Kybernetische Logik“ ergänzt, mit deren Hilfe Termin- und Produktivitätsziele sicher erreicht werden.⁵¹

Mit Hilfe der „Kybernetischen Logik“ wird die Ursache-Wirkungs-Folge auf der Entscheidungsebene umgekehrt. Das heißt, durch das dynamische Modell wird während des gesamten Prozesses sichergestellt, dass die Ursachen, die eine gegenwärtige Entscheidung bewirken, von dieser Gegenwart aus betrachtet, in der Zukunft liegen.⁵²

Mit dem KOPF-System lässt sich vereinfacht gesagt der Bauablauf so steuern, dass sich mögliche Produktions- oder Kapazitätsengpässe bereits im Vorfeld abzeichnen. Die von ihm entwickelten Prozesse und Methoden steuern die Abläufe so, dass sich mögliche Wirkungen schon vor deren Ursache zielgenau beeinflussen lassen.

⁵¹ Grote H., Eine neue Arbeitskultur bring neues Wachstum, 2006

⁵² Grote H., Kosten senken mit KOPF, 2002

6.3.2 Der Vordenker Erich Koß

Im Bereich der Produktivitätssteigerung baut Grote im Wesentlichen auf den Arbeiten des Baumeisters Erich Koß auf. Grote wurde vor allem durch sein Buch „Herkömmlich bauen – Rationell bauen“ sehr stark beeinflusst und entwickelte – basierend auf diesen Grundsätzen – die Produktionsplanung mit KOPF weiter. Laut Koß erfordert eine rationelle Bauweise eine völlige Revolution des Denkens sowohl auf der Seite des Managements als auch auf der Seite der Arbeiter. Er schrieb dazu folgendes:⁵³

„Im Hinblick auf den augenblicklichen Stand unserer Arbeitsverfahren und auf die vielen Empfehlungen zu den Problemen der Industrialisierung unserer Bauwirtschaft erscheint mir die Bemerkung angebracht, dass weder die Bauforschung noch die totale Vorfertigung, weder der General- noch der Totalübernehmer, weder die Netzplantechnik noch andere Methoden an sich die Garanten für eine kostensenkende Erhöhung der Produktivität sind. Die angestrebte Industrialisierung des Bauwesens, die Rationalisierung der Arbeitstechniken und das Arbeiten nach den Grundsätzen einer „Wissenschaftlichen Betriebsführung“ setzen eine geistige Umstellung, einen neuen Denk- und Lernprozess voraus, der alle durch die Technik gebotenen Mittel mit schöpferischen Vorstellungen für die Gestaltung einer rationellen Bauproduktion verbindet. Nach den in jahrzehntelanger praktischer Tätigkeit gewonnenen Erkenntnissen und erprobten Experimenten scheint mir ein wichtiger Schritt in diese Richtung der Umbau der „Leistungsverzeichnisse“ mit regellos aufgezählten Arbeiten in „Produktionspläne“ mit rationell organisierten Arbeitsabläufen zu sein“.

Der damalige Weitblick des Baumeisters Erich Koß zeigt sich dadurch, dass sich seine Aussagen noch immer auf die heutige Denkweise in der Baubranche übertragen lassen, obwohl sie bereits aus dem Jahre 1974 stammen.

⁵³ vgl. Grote H., Kosten senken mit KOPF, 2002, Seite 222 und 223

6.3.3 Ziele

„Manager mit dem Taylorismus in den Köpfen sind fest davon überzeugt, dass der wirtschaftlichste Weg darin besteht, dass die Bosse denken und die Arbeiter an den Schraubenziehern drehen. Aber der Kern effizienten Managements besteht in der Kunst, die intellektuellen Ressourcen aller Mitarbeiter für den Dienst am Unternehmen zu mobilisieren und zu bündeln. Die Intelligenz einer Handvoll Technokraten – so brillant und smart sie auch sein mögen – reicht nicht länger für den realen Erfolg aus.“

(Konosuke Matsushita)

Erfolgreiche Unternehmen versuchen nicht die Kosten durch Entlassungen zu senken. Sie erarbeiten mit der gleichen Mannschaft ein größeres Umsatzvolumen, wachsen dann und schaffen Arbeitsplätze.

Die Manager in diesen Unternehmen wissen, dass man auf diese Weise den Fixkostenblock, zu dem auch die Lohnkosten zählen, auf den größeren Umsatz weit günstiger verteilen kann und so bei den niedrigen Wettbewerbspreisen trotz hoher Löhne hohe Gewinne erzielt.⁵⁴

Das KOPF-System zielt darauf ab, dass die Bauunternehmer dringend ihre Produktivität erhöhen müssen um ihre Wettbewerbsfähigkeit zu verbessern.⁵⁵

Mit anderen Worten lässt sich mit dem KOPF-System der Durchsatz vom Rohprodukt bis zum fertigen Produkt beschleunigen.

⁵⁴ Grote H., Eine neue Arbeitskultur bringt neues Wachstum, 2006

⁵⁵ Ebenda

Heinz Grote definiert sein Verständnis für kybernetische Organisation, Planung und Führung im Bauwesen wie folgt:⁵⁶

- Kybernetische Organisation heißt, selbstorientierte Arbeitsprozesse zu etablieren.
- Kybernetische Planung heißt, unscharfe Modelle der äußerst komplexen Kosten- und Arbeitsprozesse zu erstellen, die die „erforderliche Varietät“ zum zielsicheren Ausgleich aller Störungseinflüsse enthalten.
- Kybernetisches Führen – der wichtigste Teil – bedeutet, mit Hilfe des variablen Modells und durch Einbeziehen der zweiten Zeitdimension – also mit Regelungsentscheidungen bevor die Störungsfolgen real werden – die Entscheidungs-, Planungs- und Ausführungsprozesse kosten- und termingenau zu lenken.

Das Kostenmanagement muss durch ein alle Mitarbeiter erfassendes Produktivitäts-Management – wir können auch sagen ‚Durchsatz-Management‘ – abgelöst werden. Der Effekt, der sich dabei einstellen würde, erklärt Grote an folgendem vereinfachten Beispiel:⁵⁷

Ein Bauunternehmen baut 4 Häuser im Jahr. Jedes Haus bringt einen Erlös von 180.000 €.

Jedes Haus kostet:	70.000,- €	Löhne
	65.000,- €	Stoffe
	<u>45.000,- €</u>	<u>Gemeinkosten</u>
	180.000,- €	Gesamtkosten

Erlös – Gesamtkosten = 0 => Gewinn gleich Null

⁵⁶ Grote H., Kosten senken mit KOPF, 2002

⁵⁷ Ebenda

Kommt es nun mit dem erfolgreichen Einsatz des KOPF-Systems zu einer Produktivitätssteigerung von 25% bei gleicher Belegschaft, kann im selben Jahr ein 5. Haus gebaut werden, allerdings mit einem Preisnachlass von 20%.

Somit ergibt sich folgende Kalkulation:

Die Kosten für das 5. Haus betragen 65.000,- € für Stoffe. Die zusätzlichen Einnahmen betragen somit:

180.000,- €	Gesamtkosten
- 20.000,- €	Preisnachlass
<hr/>	
160.000,- €	zusätzliche Einnahmen
- 65.000,- €	Stoffe
<hr/>	
95.000,- €	Gewinn

Um die erforderliche Handlungsvielfalt (Varietät) auf der Baustelle zu erreichen, brauchen wir ein dynamisches und flexibles Modell des Arbeitsprozesses.⁵⁸

Bisher wurde immer von „Arbeitsstunden“ gesprochen, die in Wirklichkeit als „Anwesenheitsstunden“ bezeichnet werden sollten, denn sie sind wegen der mangelhaften konventionellen Organisation und Führungsweise nicht mit Arbeit ausgefüllt. Die Ursache hierfür ist, dass im Schnitt ein Drittel dieser Stunden durch Leerläufe, Mängelbeseitigungen und „Arbeit nach Vorschrift“ verloren gehen.

Anders formuliert: Das Unternehmen bezahlt die Stunden seinen Mitarbeitern, aber mit ihnen wird kein Wert für den Kunden geschaffen und deshalb bekommt das Unternehmen kein Geld dafür. Wir wollen 20 Prozent dieser Verschwendung abstellen. Das geschieht durch intelligentes arbeiten auf der Baustellen.⁵⁹

⁵⁸ Grote H., Die schlanke Baustelle – Mit Selbstorganisation im Wettbewerb gewinnen, 1996

⁵⁹ Grote H., Kosten senken mit KOPF, 2002

6.3.4 Anwendungen des KOPF-Systems

Wie einleitend schon erwähnt, entwickelte Heinz Grote das KOPF-System aus der Notwendigkeit der Produktivitätssteigerung auf den Baustellen um im freien globalen Markt auch in Zukunft wettbewerbsfähig zu sein. Im nächsten Abschnitt werden Methoden, die auch beim KOPF-System zur Steigerung der Produktivität Anwendung finden, näher beschrieben:

- die Projektstrukturierung
- der Produktionsplan
- der Kapazitätsplan
- und die Terminsteuerung

Die Projektstrukturierung

Die Strukturierung des Projekts erfolgt mittels Projektstrukturplan (PSP). Er wird durch eine schrittweise horizontale und vertikale Gliederung des Projekts erstellt. Es bietet sich dabei an, Ideen bezüglich der zu erfüllenden Arbeitspakete zu sammeln und aufzulisten. Als zielführende Methode kann dabei das Brainstorming genutzt werden, dabei wird die Menge der aufgelisteten Arbeitspakete in Gruppen zusammengefasst und strukturiert.⁶⁰

Im Hochbau erfolgt die Strukturierung in vertikaler Richtung meist geschossweise und horizontal in Arbeitsflächen von 100 bis 300 m² Größe (z.B. Dehnfugenabschnitte). Arbeiten, die sich auf mehrere Abschnitte ausdehnen, werden in einem Arbeitspaket zusammengefasst (z.B. Steigleitungen,...).⁶¹

⁶⁰ Greiner O., Skript Bauprojektmanagement FH-Kärnten, 2002

⁶¹ Grote H., Kosten senken mit KOPF, 2002

Anders formuliert, der PSP ist ein Modell des Projekts, der die Projektleistungen, die erfüllt werden müssen, darstellt. Der PSP ist kein Ablauf-, Termin-, Kosten- oder Ressourcenplan, bildet jedoch die gemeinsame strukturelle Basis für die Ablauf-, Termin-, Kosten- und Ressourcenplanung. Zur eindeutigen Identifikation und Selektion ist eine Codierung der einzelnen Arbeitspakete sinnvoll. Anschließend werden die einzelnen Arbeitspakete zur Erbringung der Leistung an die Mitglieder des Projektteams verteilt.⁶²

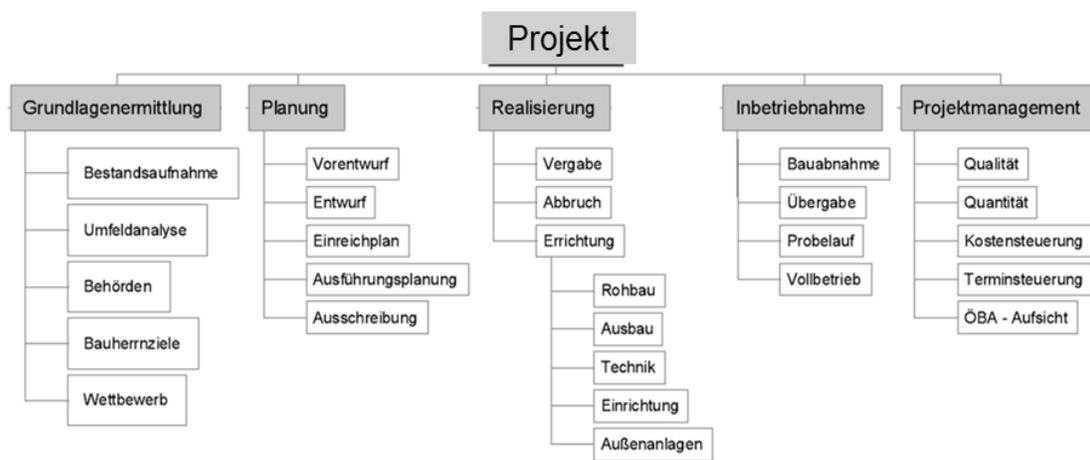


Abbildung 14: Beispiel eines Projektstrukturplans
[Quelle: FH-Kärnten Projektarbeit 4. Semester JG: 2005]

Der Produktionsplan

Für die in der Projektstrukturierungsphase ermittelten Arbeitspakete werden gewerkweise alle Arbeitsschritte aufgelistet. Anschließend wird ein Bezug zur entsprechenden Position im Leistungsverzeichnis hergestellt und im Produktionsplan tabellarisch dargestellt.

⁶² Greiner O., Skript Bauprojektmanagement FH-Kärnten, 2002

Um ablaforientiert zu arbeiten, werden die Arbeitsschritte im Produktionsplan in der Reihenfolge dargestellt, in der sie in der Praxis ablaufen. Im Gegensatz zu den Leistungsverzeichnissen und deren Sortierung nach Titeln.⁶³

Ein Beispiel: Die Sperrpappe, die bei der Errichtung des Kellermauerwerks als waagerechte Absperrung eingelegt werden soll, ist nicht unter den Positionen für das Kellermauerwerk zu finden. Man findet sie in einem besonderen Titel im Leistungsbereich 019 für die Abdichtung gegen nichtdrückendes Wasser.

Abschließend werden die einzelnen Arbeitsschritte mit den Arbeitsstundenansätzen multipliziert. Es ist wichtig, dass es sich dabei um Ausführungsstunden vor Ort handelt und nicht um Kalkulationsansätze. Die Werte können dabei geschätzt werden oder auf Erfahrungen basieren.⁶⁴

Da zum Zeitpunkt der Terminplanerstellung und der Produktionsplanausarbeitung in den seltensten Fällen die ausführende Firma bekannt ist, sind die vorgegebenen Zeitansätze vorerst als Rahmenvorgabe zu verstehen, die erst nach Überprüfung und gegebenenfalls einer Adaptierung durch den ausführenden Unternehmer als Grundlage - auch des Vertrages - herangezogen werden.⁶⁵

Wenn sich während der Ausführung herausstellt, dass die Produktivität nicht richtig eingeschätzt oder ermittelt wurde, dient der Produktionsplan als Basis für die Neufestlegung der Ausführungsstunden.

⁶³ Grote H., Kosten senken mit Kopf, 2002

⁶⁴ Greiner O., Skript Bauprojektmanagement FH-Kärnten, 2002

⁶⁵ Grote H., Kosten senken mit KOPF, 2002

Mit der von der Zukunft des Ablaufs her bestimmten Entscheidung einer Kapazitätserhöhung kommt das Gesetz der „kybernetischen Logik“ zur Wirkung – die zeitliche Umkehrung der Ursache-Wirkungs-Folge.

Durch einen wöchentlichen Vergleich des Leistungsstandes spricht einem Soll/Ist Vergleich, lässt sich rechtzeitig erkennen, ob die Vertragsfrist eingehalten werden kann oder ob es zu Überschreitungen kommt. Dies ist vor allem für jene Bauleitung wichtig, die viel mit Fremdfirmen arbeitet.

Sie kann sofort reagieren, wenn sich Abweichungen oder Engpässe bei der Produktivität abzeichnen. Die Führungskräfte müssen alle Voraussetzungen dafür schaffen, dass die Arbeiten ohne Unterbrechung ausgeführt werden können. Alle Geräte und Stoffe müssen rechtzeitig – Just in time – in den richtigen Abmessungen und Mengen auf der Baustelle sein.⁶⁹

Ziel der Produktions- und Kapazitätsplanung für alle Planungs- und Bauleistungen eines Projekts ist, die häufigste Störung im Baugeschehen – die mangelhafte Produktivität – zu vermeiden. Mangelhafte Produktivität bedeutet, dass eine bestimmte Leistung nicht rechtzeitig fertig wird.⁷⁰

Im zweiten Teil der Diplomarbeit werden verschiedene Epochen und Jahrhunderte näher beschrieben und in weiterer Folge aus dem Blickwinkel der Baukybernetik betrachtet. Als Basis dafür dienen die beschriebenen Grundlagen, Systeme und Methoden im ersten Teil dieser Arbeit.

⁶⁹ Ebenda

⁷⁰ Greiner O., Skript Bauprojektmanagement FH-Kärnten, 2002

7 Evolution des Bauens

Der zweite Teil der Diplomarbeit beschäftigt sich mit der Entwicklung, Darstellung und Analyse des Baubetriebs und der Organisation ausgewählter Epochen und Jahrhunderte. Näher betrachtet werden dabei das Mittelalter, die Gründerzeit sowie das 20. und 21. Jahrhundert. Das evolutionär-kybernetische Projektmanagement basiert, wie im ersten Teil schon erläutert, auf den Erkenntnissen der natürlichen Evolution und den daraus folgenden Rückkopplungsprozessen. Aus diesem Grund wurde für die Diplomarbeit auch eine ausgedehnte Zeitspanne bis in das Mittelalter zurück gewählt. Nicht zuletzt aber auch aufgrund der Tatsache, weil der Baubetrieb auf Baustellen erst ab dem Mittelalter umfangreich dokumentiert ist und somit eine wissenschaftlich fundierte Betrachtung zulässt.

Aufgrund der Tatsache, dass sich vom Mittelalter und der Gründerzeit nur allgemeine Beschreibungen des Baubetriebs in der Literatur finden, wurde auch im 20. und 21. Jahrhundert der Schwerpunkt auf eine allgemeine Betrachtung gelegt. Als Basis für das 20. Jahrhundert wurde in der Literatur der 50-er und 60-er Jahre recherchiert. Ausschlaggebend dafür war die Tatsache, dass durch Projekte wie das „Manhattan Project“ oder den Bau des „Hoover Dam“ das Projektmanagement – in der Form wie wir es heute kennen – begründet wurde. Für das 21. Jahrhundert wurde überwiegend Literatur der letzten 20 Jahre verwendet, da in diesem Zeitraum verstärkt der Wandel – weg vom linearen Denken – begonnen hat.

Die Reduzierung der letzten beiden Jahrhunderte auf einzelne markante Jahrzehnte wurde bewusst gewählt, um die Unterschiede zu verdeutlichen. In diesem Zeitraum haben sich die Ansätze und Methoden zur Steuerung von Bauprojekten ständig weiter entwickelt, während die Ansätze und Methoden im Mittelalter über die Jahrhunderte nahezu gleich geblieben sind.

Der Autor ist der Meinung, dass sich durch diese Vorgehensweise die einzelnen Epochen und Jahrhunderte besser und aussagekräftiger betrachten lassen und deren Besonderheiten somit besser zu Tage treten.

Das Ziel des zweiten Teils ist:

1. die Darstellung der geschichtlichen Entwicklung des Baubetriebes und der Organisation von Baustellen ausgewählter Epochen und Jahrhunderte
2. Die Beantwortung der anfangs gestellten Forschungsfrage:
Wurden in den letzten Jahrhunderten, aus baukybernetischer Sicht, vergleichbare Praktiken und Systeme zur Organisation und Steuerung von Baustellen angewendet?

Zur Beantwortung dieser Fragen werden die einzelnen Epochen – basierend auf den Grundlagen des ersten Teils – miteinander verglichen und analysiert. Um einen seriösen Vergleich aufstellen zu können bedarf es allerdings vorab einer einheitlichen Methodik und einer genauen Definition der Randbedingungen. Eine umfangreiche Literaturrecherche zu den einzelnen Epochen und Jahrhunderten diente dabei als Grundlage.

7.1 Vorgehensweise

Um das Ganze strukturiert zu betrachten wurde folgende methodische Vorgehensweise für die jeweiligen Epochen und Jahrhunderte gewählt:

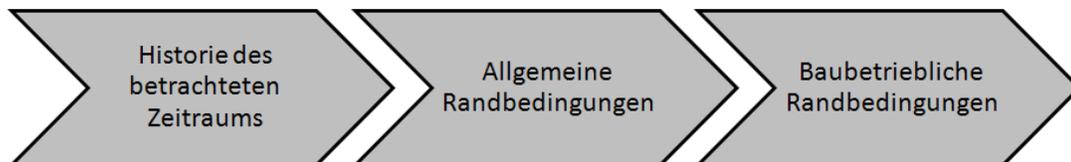


Abbildung 17: Methodische Vorgehensweise zur Betrachtung der einzelnen Epochen

Historie:

Die Historie der Epochen und Jahrhunderte bezieht sich auf die allgemeine geschichtliche Entwicklung sowie besondere Ereignisse im jeweiligen Zeitraum. Dieser Abschnitt soll einen kurzen aber wichtigen Einblick zur Entwicklung geben und ist für das Verständnis der allgemeinen und baubetrieblichen Randbedingungen sinnvoll.

Allgemeine Randbedingungen:

Die allgemeinen Randbedingungen betrachten die gesellschaftlichen, sozialen, technischen und wirtschaftlichen Gegebenheiten und Entwicklungen der einzelnen Epochen und Jahrhunderte.

Baubetriebliche Randbedingungen:

Die baubetrieblichen Randbedingungen betrachten vor allem den Stand der Technik, den Bauablauf und die Probleme bei der Abwicklung von Bauvorhaben sowie die Projektziele und Organisationsformen des Baugewerbes in diesen Perioden.

7.2 Randbedingungen

Um eine wissenschaftliche Betrachtung durchzuführen ist es vorweg notwendig, die einzelnen Randbedingungen festzulegen. Aufgrund der heutzutage definierten Projektziele wie Kosten, Termine, Qualität und Quantität – von denen man im Mittelalter beispielsweise nur Kosten und Qualität (über Referenzprojekte) wiederfindet – gestaltet sich ein einheitliches Bewertungsmuster als etwas schwierig. Desweiteren war das Umfeld bzw. der Einfluss des Umfeldes in den betrachteten Zeiträumen sehr unterschiedlich.

In den nächsten Abschnitten wird dennoch versucht, auf Grundlage der kybernetischen Prinzipien und Systeme im ersten Teil, die einzelnen Epochen und Jahrhunderte in ihren Grundformen vergleichbar darzustellen.

7.3 Historische Entwicklung

Der folgende Abschnitt beschäftigt sich mit den einzelnen Epochen und Jahrhunderten, der geschichtlichen Entwicklung und deren Baubetrieb und Baustellenorganisation. Dabei werden die verschiedenen Epochen und Jahrhunderte mit der im Kapitel 7.1 *Vorgehensweise* beschriebenen Methodik aufbereitet und dargestellt. Weshalb gerade diese geschichtlichen Abschnitte ausgewählt wurden wird im Folgenden kurz erläutert.

Mittelalter:

Das Mittelalter wurde aus zweierlei Gründen ausgewählt. Zum einen um die Entwicklung der Praktiken und Systeme zur Organisation und Steuerung von Baustellen über eine längere Zeitachse zu betrachten und zum anderen weil der Baubetrieb im Mittelalter, insbesondere durch den deutschen Professor Günther Binding sehr gut beschrieben ist.

Gründerzeit und Industrialisierung :

Die Gründerzeit wurde gewählt, weil mit der Industrialisierung und der damit verbundenen Urbanisierung ein regelrechter Bauboom und Innovationsschub einsetzte. Während der Gründerzeit wurden ganze Stadtviertel auf die grüne Wiese gebaut. In vielen Städten, vor allem in Mitteleuropa, befindet sich noch immer eine große Zahl von Wohnbauten aus der Gründerzeit, die oftmals ganze Straßenzüge umfassen und heute oft Objekte von aufwendigen und kostspieligen Sanierungen sind. In Österreich spricht man in diesem Zusammenhang von den sogenannten „Zinskasernen“, die umgangssprachlich als Gründerzeithäuser bezeichnet werden. Sie dienten als Unterkünfte für die große Zahl an Arbeitern, die in den Fabriken benötigt wurden. Dies stellte auch neue Anforderungen an die Architektur und den Baubetrieb.

Hervorgerufen durch die Industrialisierung, traten auch zunehmend private Personen – das sogenannte wohlhabende Bürgertum – als Bauherren von großen und prachtvollen Bauten auf. Im Gegensatz dazu fanden sich im Mittelalter jedoch kaum Privatpersonen als Bauherren von derart kostenintensiven Bauten.

20. Jahrhundert:

Die Wahl fiel auf das 20. Jahrhundert, weil in diesem Jahrhundert durch Projekte wie das Manhattan Project (zum Bau der ersten Atombombe) oder dem Hoover Dam Project (größter Stausee der USA) der Grundstein für das klassische Projektmanagement – wie es heute gelehrt und angewendet wird – gelegt wurde. Erst in diesem Jahrhundert wurden die verschiedenen Verfahren zur Planung, Steuerung und Durchführung von Projekten zusammengetragen, systematisiert und wissenschaftlich aufbereitet. Im Umkehrschluss bedeutet dies aber nicht, dass alle großen Vorhaben davor ohne umfangreiche Planung und Organisation durchgeführt wurden. Das Wissen einzelner wurde jedoch erst mit diesen Projekten gebündelt und umfangreich dokumentiert.

21. Jahrhundert:

Das 21. Jahrhundert wird deshalb betrachtet, weil bereits am Ende des 20. Jahrhunderts der Grundstein für kybernetisches Projektmanagement gelegt wurde. Seit den frühen 1980-er Jahren entzieht sich das PM immer mehr dem Einfluss des „Linearen Denkens“ und nutzt die Erkenntnisse der Systemtheorie. Vorreiter waren dabei die Autoindustrie und der Maschinenbau.

Im Anschluss an die geschichtliche Entwicklung erfolgt eine Auswertung der gewonnenen Daten. Dabei werden die einzelnen Epochen und Jahrhunderte mit den kybernetischen Grundsätzen zur Selbstorganisation und der nötigen Varietät, welche im ersten Hauptteil dargestellt sind, verglichen. Anhand dieser wird dann versucht, die anfangs gestellte Forschungsfrage zu beantworten.

7.3.1 Mittelalter

7.3.1.1 Historie

Mit dem Mittelalter wird in der Geschichte Europas die Epoche zwischen Antike und Neuzeit (6. bis 15. Jahrhundert) bezeichnet. Unter den Historikern sind jedoch der genaue Beginn und das Ende des Mittelalters heftig umstritten.

Das europäische Mittelalter erstreckte sich ungefähr vom Ende der Völkerwanderungszeit (568) oder vom Untergang des weströmischen Kaisertums im Jahre 476 bis zum Zeitalter der Renaissance (Etwa bis Mitte des 15. Jahrhunderts bzw. bis zum Beginn des 16. Jahrhunderts).⁷¹

Unterteilung des Mittelalters:

- *Frühmittelalter* (6. Jahrhundert bis Anfang 10. Jahrhundert)
- *Hochmittelalter* (Anfang 10. Jahrhundert bis ca. 1250)
- *Spätmittelalter* (ca. 1250 bis ca. 1500)

Frühmittelalter:

In West- und Mitteleuropa beginnt das Frühmittelalter mit dem Ende der Völkerwanderung, welches mit dem Einfall der Langobarden in Italien (568) verbunden wird.

Infolgedessen fanden auch viele einschneidende Entwicklungen statt. Unter anderem wird Europa bis etwa 600 nach Christus weitgehend christianisiert, das heißt, ganze Völker oder Kulturkreise nahmen mehrheitlich den christlichen Glauben an.⁷²

⁷¹ Boockmann H., Einführung in die Geschichte des Mittelalters, 2007

⁷² von Padberg L. E., Die Christianisierung Europas im Mittelalter, 1998

Hochmittelalter:

Im Hochmittelalter lag die Blütezeit des Rittertums begründet sowie die des römisch-deutschen Kaiserreichs, dessen offizielle Bezeichnung „Heiliges Römisches Reich“ lautete und von Anfang des 10. Jahrhunderts bis Anfang des 19. Jahrhunderts seinen Bestand hatte. In diesen Zeitabschnitt fallen als wahrscheinlich bekanntestes Ereignis die Kreuzzüge.⁷³

Spätmittelalter:

Im Spätmittelalter kommt es zu einem rasanten Aufstieg des Bürgertums und auch die Geldwirtschaft wird intensiviert. Als wohl bekanntestes Ereignis und zugleich schlimmste Katastrophe sollte jedoch die Pest erwähnt werden. Sie kostete zwischen einem Drittel und der Hälfte der europäischen Bevölkerung das Leben.⁷⁴

7.3.1.2 Allgemeine Randbedingungen

Die Christianisierung im Frühmittelalter war einer der Hauptgründe, warum nahezu ausschließlich die Katholische Kirche als „Bauherr“ bei „Großbaustellen“ im Mittelalter aufgetreten ist. Käme hier das VSM von Beer zur Anwendung, würde die Aussage zutreffen, dass die Kirche im Mittelalter eindeutig das System 5 dargestellt hat, da sie die oberste Entscheidungsinstanz repräsentierte und im Hinblick auf das Gesamtsystem für die Einhaltung der grundlegenden Normen und Regeln verantwortlich war. Aus wirtschaftlicher Sicht war das Frühmittelalter hauptsächlich eine Naturalwirtschaft, d.h. jeder Mensch musste alle seine Bedürfnisse und Wünsche selbst befriedigen.

Dies erfolgte durch direkten Tauschhandel und ohne die Hilfe eines allgemein akzeptierten Tauschmittels (z.B. Geld).⁷⁵

⁷³ Boockmann H., Einführung in die Geschichte des Mittelalters, 2007

⁷⁴ Ebenda

⁷⁵ Dopsch A., Naturalwirtschaft und Geldwirtschaft im der Weltgeschichte, 1968

Gesellschaftlich wurde das Mittelalter durch die sogenannte Ständeordnung klassifiziert. Eine weite Verbreitung fand dabei die Drei-Stände-Ordnung:⁷⁶

1. Der 1. Stand umfasste den Klerus mit all seinen Mitgliedern
2. Der 2. Stand wurde vom Adel mit all seinen Schichten gebildet
3. Dem 3. Stand gehörten alle freien Bürger und Bauern an.

Im Hochmittelalter war Bildung kein Privileg mehr des Klerus und auch die Bevölkerung begann zu wachsen. Durch die Kreuzzüge entwickelte sich auch der Handel mit den südlichen Gebieten Europas und den Ländern Vorderasiens. Die Geldwirtschaft erlangte durch diesen Handel immer mehr an Bedeutung.

Die Entvölkerung durch die Pest bewirkte einen Wandel der Sozialstrukturen. Das Bürgertum ging dabei gestärkt aus der Krise hervor und in der katholischen Kirche begannen die ersten Reformbewegungen. Sie trugen schließlich zum Beginn der Reformation von 1517 bei. Im Spätmittelalter erlangten auch die Wissenschaften immer mehr an Bedeutung und die ersten Universitäten wurden in Italien und Frankreich gegründet.

Handwerk und Handel wurden gefördert und es bildete sich schrittweise das Bürgertum. Das Handwerk im Mittelalter wurde von verschiedenen Vereinigungen wie den Zünften, Bauhütten oder den Steinmetzbruderschaften geprägt. Letztere spielte vor allem beim Bau der gotischen Kathedralen eine wichtige Rolle. Eine genauere Betrachtung erfolgt im nächsten Abschnitt.

⁷⁶ Boockmann H., Einführung in die Geschichte des Mittelalters, 2007

7.3.1.3 Baubetriebliche Randbedingungen

Die Baubetrieblichen Randbedingungen im Mittelalter betrachten vor allem:

- die Organisation des Handwerks und des Baugewerbes im Mittelalter
- den Baumeister im Mittelalter
- Organisation und Baubetrieb im Mittelalter
- sowie wichtig Informationen für das Gesamtverständnis der „Baubranche“ im Mittelalter

Die Organisation des Baugewerbes im Mittelalter

Der folgende Abschnitt gewährt einen Einblick in die verschiedenen Organisationsformen des Handwerks im Mittelalter, welches in drei verschiedenen Vereinigungen organisiert war: den Zünften, den Bauhütten und den Steinmetzbruderschaften. Die Zünfte waren organisierte Vereinigungen zur Wahrung gemeinsamer Interessen in der jeweiligen Zunft oder auch Branche. Ein Handwerker durfte sein Zunft Handwerk nur dann ausführen, wenn er Mitglied in seiner Zunft war. Die Zünfte hatten auch die Kontrolle der Handwerker und Gesellen in den mittelalterlichen Städten inne und zusätzlich wurde darauf geachtet, dass nicht zu viel Konkurrenz entstand.

Die Zünfte bestimmten auch die Preise, die für die verschiedenen Arbeiten zu entrichten waren. Sie waren ebenso für die Einhaltung und Überwachung der Grundsätze und Regeln in den einzelnen Handwerksberufen zuständig und regelten unter anderem die Arbeitszeiten und die erforderliche Ausbildung für das Erlernen des Handwerks. Aufträge bekamen die Zünfte vor allem von den weltlichen und geistlichen Stadtherren, den adeligen Grundbesitzern, den

zahlreichen Klöstern, den Bauern und vor allem von den reichen Patriziern (bezeichnete die soziale Oberschicht im Mittelalter).⁷⁷

Der Ursprung der Bauhütten geht auf den romanischen Kirchenbau durch Mönche zurück. Zur Zeit des gotischen Kathedralbaus entwickelten sich die Bauhütten zu sehr gut organisierten Vereinigungen unterschiedlichster Handwerke. Die Bauhütten in Bern (später Zürich), Köln, Wien, und Straßburg zählten zu den gotischen Haupthütten. Insbesondere ist hier die qualifizierte Ausbildung in den einzelnen Hütten hervorzuheben.

Sie unterschieden bereits exakt zwischen Lehrling, Geselle, Wandergeselle, Parlier (heute umgangssprachlich: Polier) und Meister. Die jeweilige Dauer und der Umfang der Ausbildung sowie die abschließende Prüfung waren ebenfalls genau geregelt. In den Bauhütten der Gotik waren alle Handwerker vereint, die zum Bau von Kathedralen notwendig waren: Maurer, Zimmermann, Schmied, Glaser, usw. Es befanden sich aber auch Personen unter ihnen die längerfristig auf den Baustellen erforderlich waren, wie zum Beispiel Bäcker, Köche oder das Küchenpersonal.⁷⁸

Für die Leitung waren ein oder mehrere Baumeister und hohe Verwaltungs- und Finanzbeamte zuständig. Ein guter Ruf und das nötig Können waren für eine Anstellung als Meister in den Bauhütten eine wichtige Voraussetzung. Im gleichen Ausmaß war man aber auch von der Gunst der Auftraggeber, wie Bischöfe, Fürsten, usw. abhängig. Die Bauhütten wurden meist mit Beginn der Bautätigkeit an den Kathedralen errichtet.⁷⁹

⁷⁷ www.poprawka.de ; Zugriff am 17. Juni 2010

⁷⁸ Binding G., Baubetrieb im Mittelalter, 1993

⁷⁹ Ebenda

Die Steinmetzbruderschaften waren Vereinigungen für die oftmals größeren kirchlichen Baustellen, auf denen die Steinmetze arbeiteten. Sie zogen von einer Kirchenbaustelle zur nächsten und waren somit zum ständigen Herumwandern gezwungen. Aus diesem Grund bildeten sie 1459 in Straßburg eine eigene überregionale Vereinigung. Ihre Gültigkeit erstreckte sich über das gesamte damalige deutsche Reich und ihren Teilbruderschaften.

Die Haupthütte der Steinmetzbruderschaften befand sich in Straßburg. So wie die regional organisierten Zünfte war auch die Haupthütte in Straßburg für die Einhaltung und Umsetzung der Beschlüsse von 1459 zuständig.

Diese beinhalteten unter anderem die Ausbildung in den Hütten sowie die Festlegung der verschiedenen Löhne. Die Straßburger Hütte stellte auch die letzte Instanz bei Streitigkeiten unter den verschiedenen Hütten dar. Der Rückgang der kirchlichen Großbaustellen begann mit dem Ende der Gotik und führte in weiterer Folge zum Verlust des Einflusses der ehemals mächtigen Steinmetzbruderschaft.⁸⁰

In der folgenden Abbildung ist die Aufbauorganisation der Steinmetzbruderschaft dargestellt: Dabei wurde das gesamte damalige Gebiet, das sich von Deutschland beginnend über die Schweiz, Österreich, Ungarn und Teilen des slawischen Ostens erstreckte, organisatorisch den vier Haupthütten zugewiesen. Auf ihrem Höhepunkt im 15. Jahrhundert stellte die Steinmetzbruderschaft eine wirtschaftlich sowie künstlerisch imponierende Macht dar.

⁸⁰ Binding G., Baubetrieb im Mittelalter, 1993

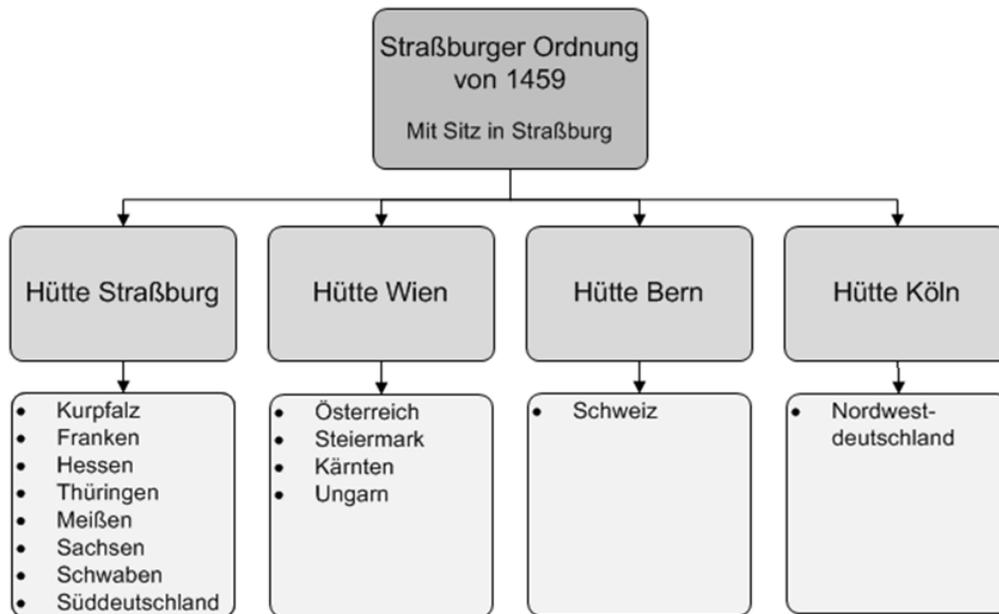


Abbildung 18: Aufbauorganisation Steinmetzbruderschaft

Der Baumeister im Mittelalter

Während der Gotik kam es zu einem regelrechten Boom in der Baubranche. Die immer umfangreicher werdenden Bauaufträge führten zu einer Vielzahl von Innovationen:⁸¹

- Erfindung der maßstäblichen Bauzeichnung (ab ca. 1230)
- Systematisierung und Vereinheitlichung der Bauglieder (Voraussetzung für die Serienproduktion von Quader und Gliederungsformen)
- Entwicklung des geometrisch bestimmten Maßwerkes ab 1215
- Strebesystem im Skelettbau
- Einführung des Baukranes mit Laufrad auf den Baustellen, usw.

⁸¹ Binding G., Meister der Baukunst – Geschichte des Architekten- und Ingenieurberufes, 2004

Durch diese Innovationen gewannen die Baumeister immer mehr an Ansehen und Einkommen. Ab Mitte des 13. Jahrhunderts ist es nachweisbar, dass viele bekannte Baumeister aufgrund des finanziellen Anreizes auf mehreren Baustellen tätig waren. Dieses gestiegene Ansehen der handwerklich ausgebildeten Baumeister wird auch auf folgendem Bild, welches um 1250 entstand, dargestellt: Hier betreten von links drei Personen die Baustelle: zuerst König Offa mit dem Zepter, dahinter durch Lederkappe, Richtscheit und Bodenzirkel der Baumeister gekennzeichnet, gefolgt von einem vornehm gekleideten Bauverwalter. Die Rechte und Pflichten sowie die Aufgaben eines Werkmeisters werden nachweislich seit der zweiten Hälfte des 13. Jahrhunderts allgemein in einem Vertrag geregelt. Es finden sich zahlreiche Überlieferungen von den verschiedenen Arten der Bezahlung bei festen Anstellungen. Diese fielen auch regional sehr unterschiedlich aus.

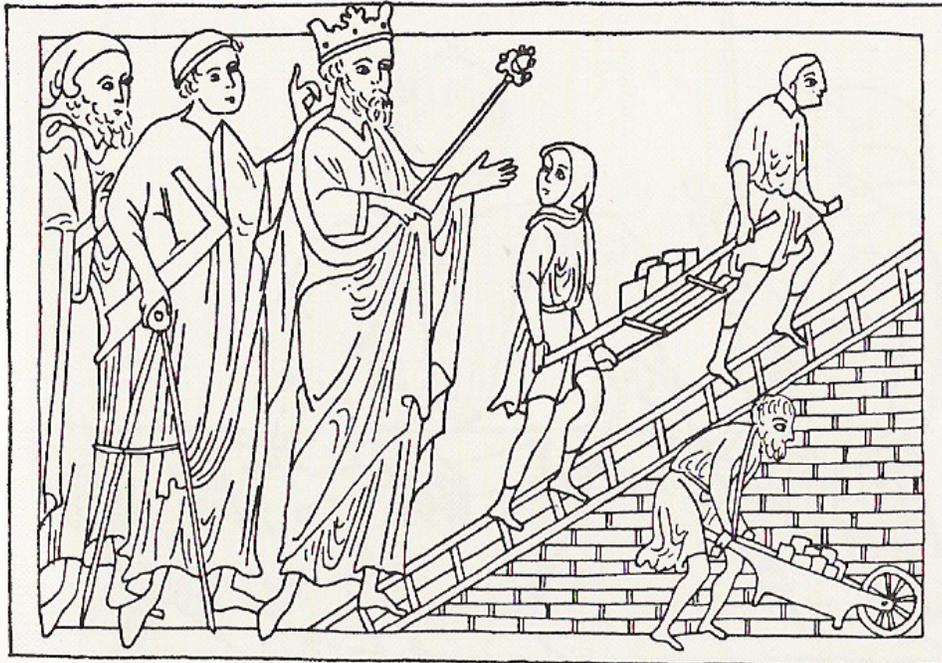


Abbildung 19: König Offa besucht mit Baumeister und Bauverwalter eine Baustelle um 1250
[Quelle: Binding 2004]

Organisation und Baubetrieb

Seit dem 13. Jahrhundert wird der Baumeister für die Aufsicht von öffentlichen Bauten von einem König oder dem Rat der Stadt eingestellt. In den oberitalienischen Kommunen unterstanden diese Baumeister den städtischen Bauverwaltungen. Im Jahre 1257 bestand beispielweise die Bauverwaltung in Siena aus folgenden Abteilungen:⁸²

- Städtische Bauten
- Erneuerung und Ergänzung des Straßenpflasters
- Kontrolle des Überstandes von Erkern und Vorbauten
- Bau von Stadtmauern und Befestigungsanlagen
- Verkauf von überflüssigen Abbruchmaterialien
- Überwachung der Kassenführung

In Unteritalien wurden diese Bauverwaltungen zentral gesteuert. Dies bedeutete, dass verbale und schriftliche Anweisungen des Königs als bindende Vorschriften erlassen wurden. Von diesen durfte der ausführende Handwerker nicht ohne Rücksprache abweichen. Als Basis für die Durchführung eines Bauvorhabens diente eine Kostenschätzung. Die Realisierung wurde entweder von der Bauverwaltung selbst durchgeführt oder in einer „Ausschreibung“ an den billigsten privaten Unternehmer vergeben. Laut Überlieferungen war das richtige Schätzen der Kosten sehr wichtig, da bei einer Überschreitung der Kosten die Staatsbeamten mit ihrem privaten Vermögen hafteten. Aber auch die privaten Unternehmer hafteten für die pünktliche und fachgerechte Ausführung mit ihrem gesamten privaten Besitz und Vermögen.⁸³

⁸² Binding G., Meister der Baukunst – Geschichte des Architekten- und Ingenieurberufes, 2004

⁸³ Ebenda

Zu den Aufgaben eines Bauverwalters gehörte das Abschätzen der Baukosten, die Leitung des Vergabeverfahrens an private Unternehmer, die Beaufsichtigung ihrer Leistungen vor Ort sowie die Ausbezahlung der Gelder. Wurde das Bauwerk von den Bauverwaltungen mit ihren Baumeistern selbst errichtet, war der Bauverwalter auch für die Beschaffung der Arbeitskräfte, der Transportmittel und der Baumaterialien zuständig.⁸⁴

Gegen Ende des 13. Jahrhunderts lösten sich die zentralen Bauverwaltungen auf und die königlichen Baumeister arbeiteten nicht mehr nur für den König sondern auch für das zunehmend reicher gewordene Bürgertum.⁸⁵ Durch den großen technischen Wandel, der um 1220 begonnen hatte (vgl. Absatz: *Der Baumeister im Mittelalter*) erreichte der Baubetrieb um 1300 – technisch wie organisatorisch – international den höchsten Stand, welcher anschließend nur noch wenig verbessert wurde.⁸⁶

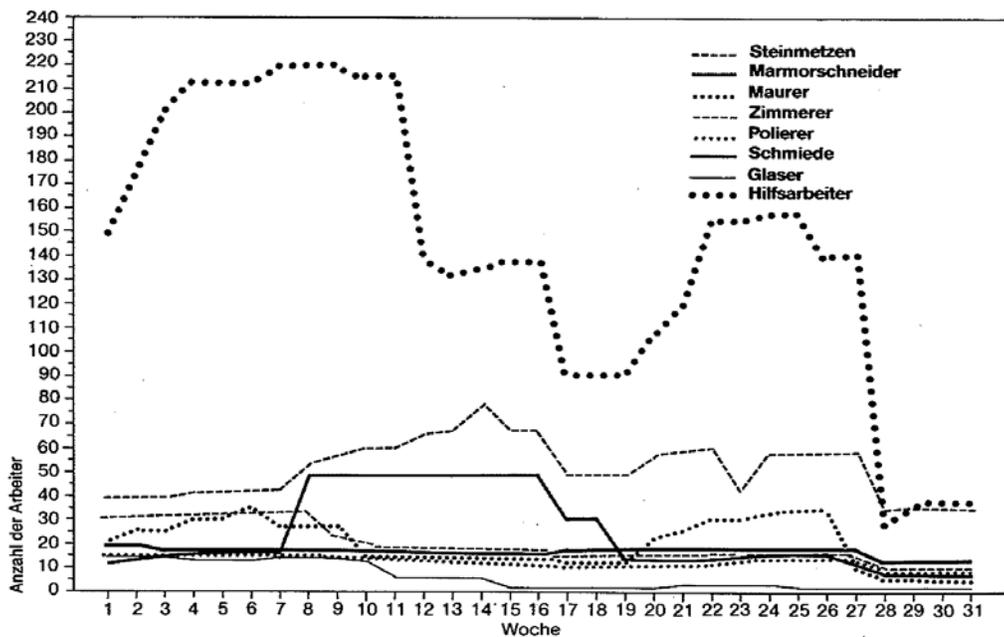


Abbildung 20: Kapazitäten Westminster Abbey Hochsommer 1253
[Quelle: Binding 1993]

⁸⁴ Binding G., Baubetrieb im Mittelalter, 1993

⁸⁵ Binding G., Meister der Baukunst – Geschichte des Architekten- und Ingenieurberufes, 2004

⁸⁶ Binding G., Baubetrieb im Mittelalter, 1993

Die folgende Darstellung zeigt die Organisation auf den Baustellen des Mittelalters. Die Kirche wurde dabei als oberste Instanz hinzugefügt, da vor allem während der Christianisierung im Frühmittelalter fast ausschließlich kirchliche Bauten errichtet wurden. Allein in Frankreich wurden in der Zeit von 1050 - 1350 80 Kathedralen, 500 große Kirchen und einige 10'000 Pfarrkirchen gebaut.⁸⁷

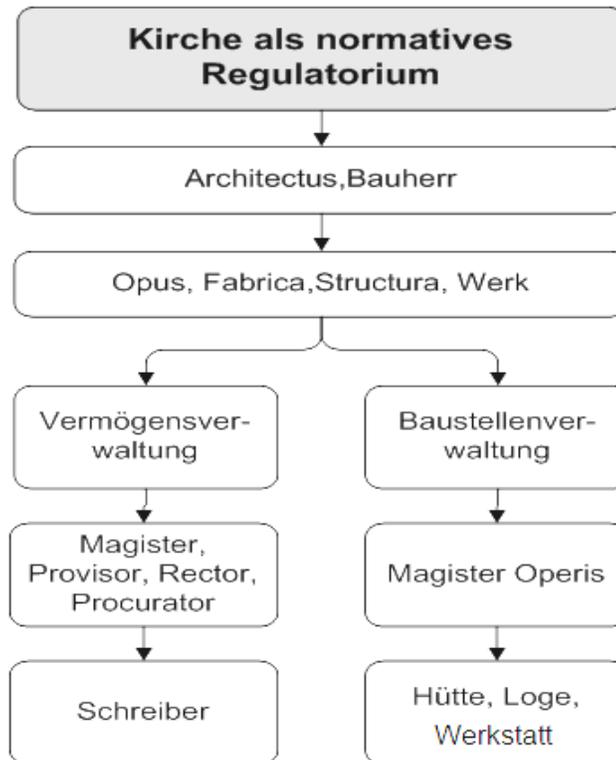


Abbildung 21: Organisation gotischer Kathedralbau im Mittelalter

Folgende Notizen aus dem Jahr 1345 für den Bau des Münsters von York zeigen, dass trotz des technischen und organisatorischen Fortschritts im 13. und 14. Jahrhundert teilweise ein chaotischer Zustand auf den Baustellen herrschte.⁸⁸

⁸⁷ www.muellerscience.com, Zugriff am 11. Juni 2010

⁸⁸ Binding G., Baubetrieb im Mittelalter, 1993

„Er sagt, dass die Steinmetzen mehr Lohn erhalten haben, als er angemessen war [...] auch wurden Hölzer, Stein und Kalk weggeschafft und niemand wusste wohin [...] das Dach der Kirche und das Mauerwerk sind aus Mangel an Pflege und Unterhalt beschädigt [...] die Aufsichtspersonen des Werkes und auch die Arbeiter, die durchaus fachkundig erscheinen, streiten sich häufig, sodass die Arbeiten verzögert werden und gefährdet sind [...] Steine sind schon häufig im Steinbruch abhanden gekommen...“

Diese Aufzeichnungen belegen, dass sich die Bauherren im Mittelalter schon mit den heute noch vielerorts vorhandenen Problemen auf den Baustellen herumplagen mussten und es somit immer wieder zu Bauverzögerungen und mangelhafter Bauausführung kam.

7.3.2 Gründerzeit und Industrialisierung

7.3.2.1 Historie

Die Gründerzeit kann allgemein hin als der wirtschaftliche Boom Österreichs und Deutschlands im 19. Jahrhundert bezeichnet werden. In Deutschland ist dieser Aufschwung unter anderem durch den gewonnenen Krieg von 1870/1871 begründet. Aufgrund seiner Niederlage musste Frankreich hohe Reparationen an Deutschland leisten wodurch massenhaft Kapital ins Land floss.⁸⁹

Ebenfalls in diesen Zeitraum fällt die Industrialisierung Mitteleuropas, deren Anfänge in den 1840er-Jahren liegen. In der Gründerzeit kam es durch neue industriell gefertigte Baustoffe wie Glas und Eisen und der Einführung der Statik auch zu wahrlichen Glanzleistungen im Bereich des Ingenieurbaus. Der von Sir Joseph Paxton errichtete Londoner Kristallpalast zur Weltausstellung 1851 stellte das vorhandene technische Können zu dieser Zeit eindrucksvoll unter Beweis.⁹⁰

⁸⁹ Andics H., Gründerzeit, 1981

⁹⁰ Pohl M., Philipp Holzmann: Die Geschichte eines Bauunternehmens 1849-1999, 1999, München

Ein großer Impulsfaktor war dabei der Eisenbahnbau und die damit verbundene Revolution im Transportwesen. Der Transport von Gütern und Materialien im großen Stil wurde möglich und nicht zuletzt erreichte auch die Mobilität der Menschen eine neue Dimension. Mit der Eisenbahn stieg auch die Nachfrage in den Branchen Bergbau, Metallerzeugung und Maschinenbau überproportional an und es entstanden die ersten Industrieimperien. Um nur eines anzuführen, sei hier das Metallimperium (Kruppsche Gussstahlfabrik) von Friedrich Krupp (geb. 17. Juli 1787; † 8. Oktober 1826) erwähnt.⁹¹

Im Bauwesen bekam der Faktor „Zeit“ einen neuen Stellenwert, da man für den Transport von Baumaterialien über lange Strecken nur mehr einen Bruchteil der vorigen Zeit mittels Pferdefuhrwerken benötigte. Auch der Einsatz der ersten Maschinen auf den Baustellen führte zu einschneidenden Veränderungen bei der Realisierung von Bauprojekten.

Die Industrielle Revolution wurde aber nicht nur durch die Erfindung der Dampfmaschine ausgelöst. Es kam auch zu einem sozialen, agrarischen, chemisch-medizinischen und geistigen Umbruch. All diese Faktoren ermöglichten erst die immensen Umwälzungen, die seit Mitte des 19. Jahrhunderts das Leben der Menschen immer mehr veränderten. Deutschland und Österreich vollzogen den Wandel vom Agrarland zum Industrieland. Die großen Unternehmen, die im Industriezeitalter entstanden, brauchten auch eine große Anzahl von Arbeitern. Erst die Bauernbefreiung und die Gewerbefreiheit schufen jenes Potential, dass die neuen Unternehmen und Fabriken für die Produktion benötigten.⁹²

Es kam zu einer ersten Urbanisierungswelle in ganz Mitteleuropa. Das Ende der Gründerzeit wird von vielen Historikern mit dem großen Börsenkrach von 1873 in Verbindung gebracht.⁹³

⁹¹ Kiesewetter H., Industrielle Revolution in Deutschland 1815-1914, 1989

⁹² Pohl M., Philipp Holzmann: Die Geschichte eines Bauunternehmens 1849-1999, 1999, München

⁹³ Andics H., Gründerzeit, 1981

7.3.2.2 Allgemeine Randbedingungen

Mit dem durchschlagenden Erfolg der Eisenbahn stieg auch der Bedarf nach einem Ausbau des Schienennetzes, dies wiederum war der Grund für eine verstärkte Nachfrage nach Eisen und Kohle. Die Zahl der Beschäftigten beim Bau und beim Betrieb der Eisenbahnen lag bei ca. 42.000 Personen und hielt 1846 bereits bei 180.000 Personen. Davon waren ca. 154.000 Arbeiter mit dem Bau der Strecken beschäftigt.⁹⁴

Das beeindruckende Wachstum in den neuen Industriezweigen reichte aber bei weitem nicht aus, um eine vernünftige Beschäftigung und Ernährung für die gesamte Bevölkerung zu garantieren. Der Zusammenbruch des alten Gewerbes (durch die Konkurrenz aus den Fabriken) und die damit einhergehende Krise des Handwerks verschärfte die soziale Not zusätzlich. Das hauptsächlich betroffene Gewerbe war dabei das produzierende Handwerk. Als eines der wenigen Handwerke profitierte das Bauhandwerk vom Wachstum der Städte. Infolgedessen es zu einem regelrechten Bauboom kam. Es entstanden nicht nur Villen und Palais für das reich gewordene Groß-Bürgertum, sondern vor allem auch Mietskasernen für die rasant wachsende Stadtbevölkerung.

Während der Gründerzeit wurden ganze Stadtviertel auf die grüne Wiese gebaut. In Österreich spricht man in diesem Zusammenhang von den sogenannten „Zinskasernen“ die umgangssprachlich als Gründerzeithäuser bezeichnet werden. Errichtung und Betrieb wurden meist von privaten Wohnbaugesellschaften abgewickelt.

Die damalige „Gründerzeitarchitektur“ war von etwa vier- bis sechsgeschossigen Blockrandbebauungen mit reich dekorierten Fassaden gekennzeichnet.⁹⁵

⁹⁴ Fremdling R., Eisenbahnen und deutsches Wirtschaftswachstum 1840-1879, 1975

⁹⁵ von Saldern A., Häuserleben - Zur Geschichte städtischen Arbeiterwohnens vom Kaiserreich bis heute, 1995

Von einer Blockrandbebauung spricht man dann, wenn der Rand eines durch Straßen oder Wege abgegrenzten Blocks (nahezu) vollständig überbaut ist.⁹⁶

7.3.2.3 Baubetriebliche Randbedingungen

Die baubetrieblichen Randbedingungen während der Gründerzeit betrachten vor allem:

- die Organisation der Baubranche und des Baugewerbes während der Gründerzeit
- den Baumeister in der Gründerzeit
- Organisation und Baubetrieb in der Gründerzeit
- sowie wichtige Informationen für das Gesamtverständnis der „Baubranche“ während der Gründerzeit

Die Organisation der Baubranche und des Baugewerbes während der Gründerzeit

Die Vorherrschaft der Zünfte und deren Ende ging mit dem Inkrafttreten der Gewerbefreiheit Mitte des 19. Jahrhunderts einher. In Österreich wurde die Gewerbefreiheit 1859 durch Kaiser Franz Joseph I eingeführt.⁹⁷

Dadurch sahen sich die Handwerker, die noch nach den Traditionen der Zünfte (Ehrbarkeit, Kooperation, schätzen des Berufs,...) lebten, zunehmend im Konkurrenzkampf mit der sich bildenden freien Wirtschaft. Nachdem nun jeder Handwerker die Möglichkeit hatte einen eigenen Handwerksbetrieb zu gründen, kam es zunehmend zu Preiskämpfen die im Mittelalter durch die festgelegten Preise der Zünfte vermieden wurden. In vielen Branchen gingen die neuen Unternehmer mit ihren mechanisierten Produktionsverfahren als Gewinner hervor.

⁹⁶ www.stuck-und-dielen.de; Zugriff am 14. Juni 2010

⁹⁷ www.retrobibliothek.de, Zugriff am 26. Juni 2010

Die Entwicklung in den verschiedenen Gewerbebezweigen von anfangs handwerklichen Betrieben zu modernen großbetrieblichen Produktionsstätten blieb in der Baubranche überwiegend aus. Hier waren in Zahlen gemessen weiterhin die Handwerksbetriebe vorherrschend. Die ungeheure Bautätigkeit und das Bevölkerungswachstum führten im Baugewerbe zu einer stetigen Expansion.

Mit den Beschäftigtenzahlen in der Baubranche stieg auch die Größe der Betriebe. Die Maurer und Zimmerleute wurden dabei immer mehr zu Unternehmern, die als Generalunternehmer ganze Häuser auf Bestellung errichteten. Zudem entstand neben dem Eisenbahnbau der Industriebau als zweiter neuer Zweig im Bauwesen. Auch in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts hielt der Bauboom an und die einzelnen Unternehmen wuchsen weiter. Die ebenfalls zunehmende Anzahl eher proletarischer Kleinmeister stand einer kleinen Anzahl kapitalistischer Bauunternehmer gegenüber, deren einziges Ziel das Wachstum des Unternehmens und Gewinnmaximierung war.⁹⁸

Mitte des 19. Jahrhunderts wurden zwei Arten von Gewerbe unterschieden: Das freie Gewerbe und das konzessionierte Gewerbe, für dessen Ausübung die Genehmigung der Behörden notwendig war. Als konzessioniertes Gewerbe galt auch das Gewerbe des Baumeisters. Die Grundlage dafür war die Ablegung einer Prüfung vor der Landesbaubehörde. Das Baugewerbe erfuhr eine grundlegende Neuregelung durch das Baugewerbegesetz von 1883. Es teilte das Baugewerbe in die konzessionierten Gewerbe der Baumeister, Maurermeister, Steinmetzmeister, Zimmermeister und Brunnenmeister ein. Das heißt, Baumeister mussten sich beispielsweise bei der Ausführung von Steinmetzarbeiten des hierzu notwendigen konzessionierten Baugewerbes bedienen.⁹⁹

⁹⁸ Pierenkemper T., Gewerbe und Industrie im 19. und 20. Jahrhundert, 2007

⁹⁹ www.bauinnung.at, Zugriff am 25. Juni 2010

Um 1850 entstanden in Deutschland die ersten Berufsverbände der verschiedenen Branchen, darunter jene der Holz- und Bauarbeiter. Sie entstanden nicht zuletzt aufgrund der sozialen Konflikte, die sich durch die Industrialisierung in Europa gebildet hatten. Bis zu den Zusammenschlüssen der einzelnen Interessensgruppen war es aber dennoch ein langer Weg, da zuerst eine Bewusstseinsänderung – die eigenen Interessen besser in Vereinen vertreten zu können – einsetzen musste. Die ersten Parteien und Gewerkschaften entstanden um 1860 in Deutschland. Dabei kam es schon in den ersten Jahren ihres Bestehens zu vielen Streikwellen in der Arbeiterklasse.¹⁰⁰

Die neue Macht der Gewerkschaften wurde immer größer. So gelang es beispielsweise der Baugewerkschaft, dass zwischen 1890 und 1910 die Maurerlöhne um 80% stiegen.¹⁰¹

Der Baumeister in der Gründerzeit

Die Phase während der Gründerzeit gilt im deutschsprachigen Raum auch als jene Phase, in der sich der Baumeisterberuf in zwei verschiedene Richtungen entwickelte. War der Baumeister im Mittelalter noch für die künstlerische Gestaltung, die Planung und Organisation sowie für die Ausführung zuständig, so bildete sich im Zuge der Industrialisierung im 19. Jahrhundert, der Beruf des Architekten als eigene akademische Disziplin heraus.

Zurückzuführen ist dies auf die immer aufwändigeren Bauwerke (Industriebauten, Museen, Theater, Villen, Wohnungsbauten für die Arbeiter in den Fabriken, Infrastrukturmaßnahmen, mehrgeschossige Bauten,...) und der Einführung der Statik. Diese neuen Aufgaben erforderten eine theoretische Ausbildung an Universitäten oder Architekturakademien.¹⁰²

¹⁰⁰ Beck F., Strukturwandel und die Gewerkschaften, 2007

¹⁰¹ www.fes.de, Zugriff am 26. Juni 2010

¹⁰² Bruss S., Das Werk des Architekten Ludwig Maier (1848-1915), 1999

Als zweite Richtung kristallisierte sich der Beruf des Bauingenieurs heraus, der hauptsächlich für die konstruktiven und statischen Aspekte des Bauwerks zuständig war. Er wurde vorwiegend auf den Bauakademien und den Polytechnischen Schulen ausgebildet. Die führende Bildungseinrichtung im deutschen Sprachraum war bis 1850 das Wiener Polytechnische Institut. Ein vielbeachtetes Beispiel war damals der Versuch, die Rückständigkeit Österreichs durch die technische Bildung zu mindern.¹⁰³

Die Trennung des Baumeisters in Architekt und Bauingenieur hatte in Frankreich und Deutschland schon im 18. Jahrhundert begonnen. In Frankreich gab es die erste streng wissenschaftliche Fakultät für Bauingenieurwesen schon Mitte des 18. Jahrhunderts an der Ecole des Ingénieurs des Mézières mit den Hauptfächern Mathematik und Physik.¹⁰⁴

Die Hochschulen Prag (1806), Wien (1815) und Karlsruhe (1825) übernahmen schließlich dieses Modell für ein fortgeschrittenes technisches Studium. Seit Mitte des 19. Jahrhunderts war in Deutschland die Hochschulabschlussprüfung für angehende Ingenieure Pflicht.¹⁰⁵

¹⁰³ Kurrer K. E., Geschichte der Baustatik, 2003

¹⁰⁴ Pohl M., Philipp Holzmann: Die Geschichte eines Bauunternehmens 1849-1999, 1999

¹⁰⁵ Ebenda

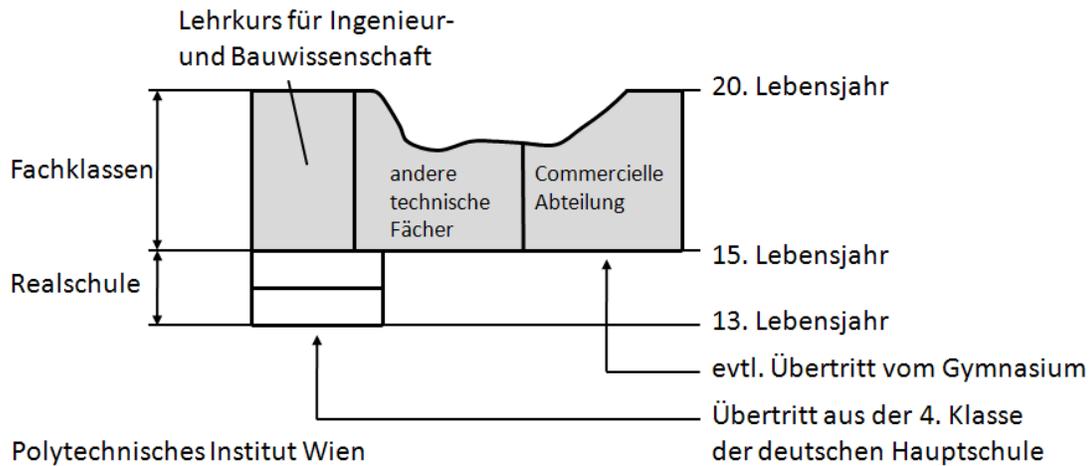


Abbildung 22: Organisation der polytechnischen Schule in Wien um 1850 [Quelle: Kurrer 2003]

Organisation und Baubetrieb in der Gründerzeit

Im Bereich des Bauhandwerks hatte sich die Technik anfangs nur wenig geändert. Der Einsatz von Maschinen auf der Baustelle spielte in diesem Sektor praktisch keine Rolle. Das Bauwesen war zu dieser Zeit auf der Baustelle noch immer stark von der handwerklichen Produktion und dem Geschick der beteiligten Personen abhängig. Die steigende Nachfrage nach Bauleistungen wurde vor allem durch die Etablierung der kapitalistischen Bauunternehmer gedeckt. Sie fungierten als Generalunternehmer und waren das Bindeglied zwischen den Bauherren und den verschiedenen Bauhandwerkern. Sie koordinierten auch die steigende Zahl der verschiedenen Gewerke auf den Baustellen.¹⁰⁶

Der erste Bereich in der Branche, der sich der Industrialisierung nicht mehr entziehen konnte war die Baustoffproduktion. Vor allem die Produktion der Backsteine, die zu dieser Zeit fast alle Fassaden der Häuser zierte, wurde schnell mechanisiert.

¹⁰⁶ Pierenkemper T., Gewerbe und Industrie im 19. Und 20. Jahrhundert, 2007

Waren es anfangs noch Maschinen, die das Abstreichen der Formen übernahmen, so setzte sich das Strangpressverfahren rasch durch.¹⁰⁷

Mit der Erfindung der Schneckenpresse um 1850 durch Schlickeysen wurde das seit 1870 übliche Strangpressverfahren entwickelt. (Die durch ein Mundstück gepresste Rohmasse wird zu einem Strang geformt, der von gespannten Stahldrähten in einzelne Ziegel zerschnitten wird)¹⁰⁸

Dieses Verfahren ermöglichte es, die gewaltigen Bauleistungen während der Phase der Industrialisierung zu meistern. So wurden zum Beispiel für den Bau einer Berliner Mietskaserne mehr als eine Million Ziegel benötigt und der Bau des „Anhalter Bahnhofs“ in Berlin bestand aus ca. 16 Millionen Ziegel.¹⁰⁹

Die ersten großen Baumaßnahmen im Industriezeitalter galten vor allem der Infrastruktur zur schnelleren Beförderung der Menschen. Es wurden Straßen, Tunnel, Kanäle und Bahnstationen gebaut. Zur Überquerung von Flüssen wurden immer längere und höhere Brücken gebaut. Dabei stießen gemauerte Brücken bald an ihre technischen und wirtschaftlichen Grenzen.¹¹⁰

Die neuen Baustoffe Gussstahl (erste deutsche Fabrik 1811) und etwas später Beton (Joseph Monier, Patent: 1867) kamen genau zur richtigen Zeit und beschleunigten auch den Bauablauf auf der Baustelle. Die Deckenkonstruktionen erfuhren einen wahren Innovationsschub und es kam zu einer Vielzahl von Patentanmeldungen (z.B. Monier-Decke). Die neuen „Stahlbetondecken“ lösten die Holzdecken und Gewölbekonstruktionen ab. Es kamen auch die ersten Fertigteildecken zum Einsatz.

¹⁰⁷ Campbell J. und Pryce W., Backstein. Eine Architekturgeschichte - Von den Anfängen bis zur Gegenwart, 2003

¹⁰⁸ www.irbdirekt.de, Zugriff am 26. Juni 2010

¹⁰⁹ Campbell J. und Pryce W., Backstein. Eine Architekturgeschichte - Von den Anfängen bis zur Gegenwart, 2003

¹¹⁰ Pohl M., Philipp Holzmann: Die Geschichte eines Bauunternehmens 1849-1999, 1999

Auf der Baustelle selbst gab es anfangs noch relativ wenig maschinellen Einsatz. Es wurden lediglich einige wenige dampfbetriebene Maschinen eingesetzt. Der Großteil der anfallenden Arbeit musste noch mit menschlicher Muskelkraft und Zugtieren erledigt werden. Ein bei Erdarbeiten eingesetztes Pferdewerk bewegte am Tag etwa 20m³ Erde.¹¹¹

Erst gegen Mitte des 19. Jahrhunderts wurden die ersten dampfgetriebenen Bagger eingesetzt. Der Bagger wurde ursprünglich für eine effektivere Methode der Braunkohlegewinnung entwickelt, fand aber schnell auch Anwendung auf den Baustellen, besonders im Bereich der Erschließung neuer Bahntrassen. Die ersten Bagger wurden noch auf Schienen bewegt und der Baggerarm wurde mittels Ketten bewegt. Erst durch die Entwicklung des Kettenfahrwerks kam es zu einem konventionellen Einsatz des Baggers auf Baustellen.¹¹²



Abbildung 23: Bau von Mietskasernen in Berlin um 1875 [Quelle: Kaiser 1980]

¹¹¹ Pohl M., Philipp Holzmann: Die Geschichte eines Bauunternehmens 1849-1999, 1999

¹¹² www.baggern.net, Zugriff am 28. Juni 2010

Die Bauunternehmen der Gründerzeit waren im Wesentlichen ähnlich organisiert wie heutige Bauunternehmen. Die folgende Abbildung zeigt die Organisation der deutschen Baufirma Philipp Holzmann im Jahre 1876.

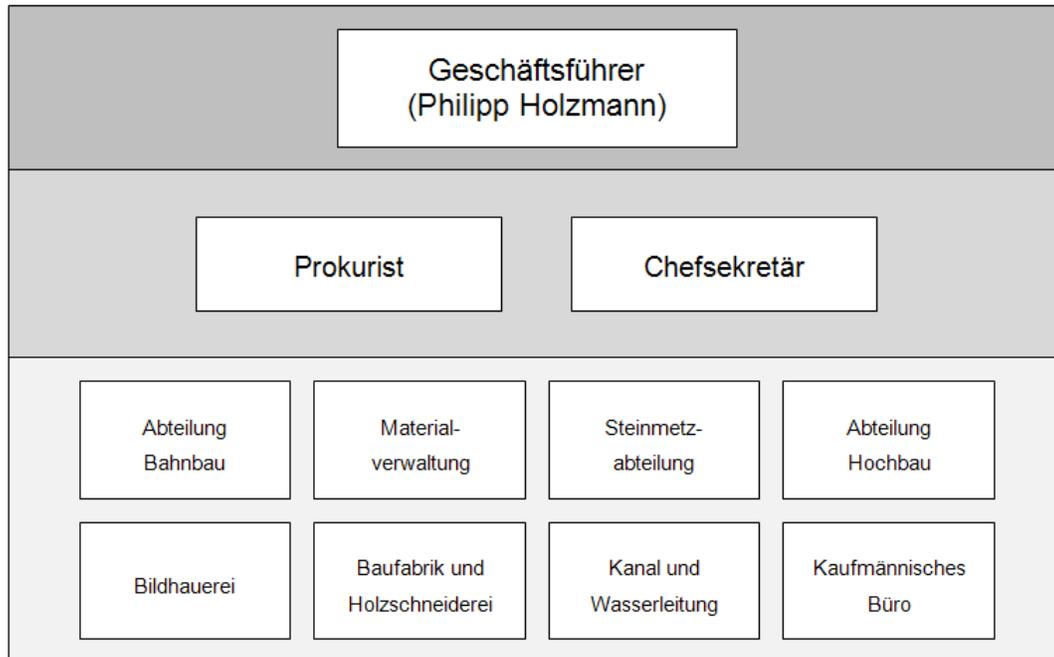


Abbildung 24: Organisation der Baufirma Holzmann um 1876 [Quelle: Pohl 1999]

7.3.3 20. Jahrhundert

7.3.3.1 Historie

Das 20. Jahrhundert wird von Historikern auch als das kurze Jahrhundert bezeichnet.¹¹³ Es begann mit dem Ersten Weltkrieg (1914 – 1918) und endete mit dem Fall des Eisernen Vorhangs (1989/91). Als wichtigste geschichtliche Ereignisse im 20. Jahrhundert sind vor allem die beiden Weltkriege sowie die damit verbundenen Entwicklungen in ganz Europa zu nennen.

7.3.3.2 Allgemeine Randbedingungen

Wie einleitend schon erwähnt, wird im 20. Jahrhundert vor allem die Zeitspanne der 1940er und 1950er Jahre näher betrachtet, da in diesem Zeitraum der Grundstein des modernen Projektmanagements gelegt wurde. Die 1940er Jahre waren in ihrer ersten Hälfte vor allem durch den Zweiten Weltkrieg (bis 1945) und in der zweiten Hälfte insbesondere durch die neue Nachkriegsordnung in Kontinentaleuropa geprägt. Mit den 50-er Jahren des vergangenen Jahrhunderts wird häufig der wirtschaftliche Boom, der durch viele Förderprogramme zustande kam, in Verbindung gebracht.

Das European Recovery Program (Marshall Plan) der USA ist dabei besonders hervorzuheben. Dieses umfangreiche Wiederaufbauprogramm ermöglichte das Wirtschaftswunder der 1950er Jahre in nahezu ganz Westeuropa inklusive Österreichs. Durch die schweren Zerstörungen im Zweiten Weltkrieg erlebten vor allem die Bereiche Infrastruktur, Industrie- und Wohnungsbau einen wahren Boom.

¹¹³ Hobsbawm E.: Gefährliche Zeiten. Ein Leben im 20. Jahrhundert, 2003

Allein in den westlichen Besatzungszonen Deutschlands waren 25% der Wohnungen zerstört. In den Ballungsräumen (Ruhrgebiet) und den Großstädten (Hamburg, Dresden) sogar zwischen 50 und 80%.¹¹⁴

In Österreich war der wirtschaftliche Aufschwung regional sehr unterschiedlich. Während der Wiederaufbau im Westen relativ bald begann, war der Osten durch die sowjetischen Besatzer benachteiligt. Als Symbol für den Wiederaufbau galten beispielsweise die Tauernkraftwerke Kaprun. Der Spatenstich erfolgte bereits am 15. Mai 1939 durch Herman Göring. Nach mehreren Verzögerungen während des Zweiten Weltkriegs wurden die Bauarbeiten 1947 mit Hilfe des European Recovery Program wieder aufgenommen und 1955 fertiggestellt.¹¹⁵

Das 20. Jahrhundert war auch wie kein anderes Jahrhundert zuvor von seiner rasanten Entwicklung im Bereich der Technik geprägt. Die Baubranche konnte von diesem Trend profitieren und so kam es speziell in den 40er und 50er Jahren zu zahlreichen Entwicklungen, die vieles auf der Baustelle rationalisierten. Im folgenden Kapitel wird darauf näher eingegangen.

7.3.3.3 Baubetriebliche Randbedingungen

Die Baubetrieblichen Randbedingungen während des 20. Jahrhunderts, speziell der 40-er und 50-er Jahre, betrachten vor allem:

- die Organisation der Baubranche und des Baugewerbes im 20. Jahrhundert
- den Baumeister im 20. Jahrhundert
- Organisation und Baubetrieb im 20. Jahrhundert
- sowie wichtige Informationen für das Gesamtverständnis der „Baubranche“ während des 20. Jahrhunderts

¹¹⁴ Petsch J., Zum Wohnungsbau der 50er Jahre in der Bundesrepublik Deutschland, 3. Bauhauskolloquium, 1983

Die Organisation der Baubranche und des Baugewerbes im 20. Jahrhundert

Mit dem Anschluss Österreichs an das Deutsche Reich löste Hitler die Arbeiterkammern und die Einheitsgewerkschaften auf. Die Deutsche Arbeitsfront (DAF) wurde auch in Österreich errichtet. Sie war der Einheitsverband der Arbeitnehmer und Arbeitgeber in der Zeit des Dritten Reichs, und wird häufig auch als nationalsozialistische Einheitsgewerkschaft charakterisiert. Die DAF wird in diesem Zusammenhang auch als Vorgänger der Einheitsgewerkschaften nach dem Zweiten Weltkrieg gesehen.¹¹⁶

In Österreich wurde 1945 der Österreichische Gewerkschaftsbund (ÖGB) als einheitliche Gewerkschaftsorganisation der sozialen, christlichen und kommunistischen Gewerkschafter gegründet.¹¹⁷

Die österreichische Bau- und Holzarbeitergewerkschaft wurde im April 1945 bei einem Treffen ehemaliger Bau- und Holzarbeiterfunktionäre wieder neu gegründet. Als erster Obmann wurde Johann Böhm gewählt, der dieses Amt schon vor 1934 innehatte. Sein erster großer Erfolg war die Gründung der Bauarbeiterurlaubskasse 1946.¹¹⁸

Der Baumeister in den 1940er und 1950er Jahren

Wie bereits im Kapitel 7.3.2 *Gründerzeit und Industrialisierung* erwähnt, kam es im 19. Jahrhundert zu einer Teilung der Aufgaben im Tätigkeitsfeld des Baumeisters. Bis dahin stellten die Baumeister Personen dar, die in allen Bereichen des Bauens universell tätig waren. Sie zeichneten sich für den Entwurf, das statische Konzept und die Realisierung eines Projekts verantwortlich.

¹¹⁵ www.oberpinzgau.de, Zugriff am 28.07.2010

¹¹⁶ Bergner T., Die Deutsche Arbeitsfront - das Vorbild für die deutsche Einheitsgewerkschaft?, Studienarbeit, TU Berlin

¹¹⁷ www.oegb.at, Zugriff am 29.07.2010

¹¹⁸ www.bau-holz.at, Zugriff am 29.07.2010

Die immer komplexer werdenden Bauten ließen die Baumeister mit ihrer, bis dahin ausreichenden Ausbildung, bald an ihre Grenzen stoßen. Aus dieser Spezialisierung heraus entstanden die Berufe des Architekten, des Bauingenieurs und des Wirtschaftsingenieurs. Dabei ist der Architekt für die Gestaltung eines Bauwerks, der Bauingenieur für den technischen Aufbau und der Wirtschaftsingenieur für die Abwicklung des Bauvorhabens zuständig. Architekten und Ingenieurkonsulenten für Bauingenieurwesen dürfen im Gegensatz zum Baumeister nur in ihrem Fachgebiet planen oder als Gutachter tätig werden. Aufgrund des hohen Ausbildungsgrades eines Bauingenieurs verfügt dieses über ein sehr gutes Fachwissen und ist auch zur Lösung von komplexeren Aufgaben im Stande. Zu unterscheiden gilt es auch bei der Interessensvertretung. Während der Baumeister der Wirtschaftskammer angehört sind Ziviltechniker der Kammer für Architekten und Ingenieurkonsulenten zuzuordnen.

Organisation und Baubetrieb in im 20. Jahrhundert

Wie einleitend schon erwähnt machte der rasche technische Fortschritt auch vor der Baubranche nicht Halt. Speziell im Bereich des Baubetriebes kam es zu erheblichen Veränderungen des Bauablaufes und zu einem großen „Maschinierungsprozess“. Die wichtigsten Neuerungen waren in den folgenden Bereichen:¹¹⁹

Betonaufbereitung

Bis zur Mitte der 50-er Jahre erfolgte die Betonherstellung stets vor Ort auf der Baustelle mit handbedienten Baustellenmisch- und Wiegeanlagen, die je nach Leistungsbedarf angepasst wurden. Ende der 50-er Jahre wurden diese dann durch stationäre Transportbetonanlagen mit Fahrmischerbetrieb abgelöst. Mit diesem System konnten nun alle Baustellen flächendeckend versorgt werden und eine höchst mögliche Flexibilität garantiert werden.

¹¹⁹ König H., Maschinen im Baubetrieb – Grundlagen und Anwendung, 2008

Das Einbringen des Betons in die Schalung erfolgte über Betonpumpen mit vertikalen Leistungen von 30 m und horizontalen Leistungen von 150 m. Erst in den 70er Jahren ermöglichte die Entwicklung der vollhydraulischen Doppelkolbenpumpe vertikale Leistungen von 400 m und horizontale Leistungen von 1500 m.

Krane

Bei den Turmdrehkränen war die Entwicklung des schnell umsetzbaren, selbstaufstellenden und teleskopierbaren Turms mit Kurvenfahrwerk ein Meilenstein. Er erhöhte die Einsatzvariabilität und ermöglichte kürzere und flexiblere Bauzeiten. Ein weiteres entscheidendes Ereignis war die Entwicklung des Autokrans mit Teleskopausleger Ende der 60er Jahre. Er ermöglichte es große Lasten schnell und gefahrlos zu bewegen und revolutionierte somit den Bereich des Fertigteilbaus, da es von diesem Zeitpunkt an möglich war große Industriebauten innerhalb kürzester Zeit zu realisieren. Dies führte auch zum endgültigen Durchbruch der Fertigteile im Bereich des Systembaus.

Erdbaugeräte

Im Bereich der Erdbaugeräte war die Entwicklung des Hydraulikbaggers von großer Bedeutung. Dieser löste den bis dahin dominierenden Seilbagger ab. Eine erhöhte Aushubleistung des Hydraulikbaggers, die bessere Nutzung der Motorleistung sowie eine verbesserte Schwenkbarkeit des Baggers waren dafür ausschlaggebend. Ebenso wurden nach dem 2. Weltkrieg auch andere Geräte des Erdbaus wie Planierraupen, Radlader und Grader weiterverbessert.

Durch diese technischen Neuerungen kam es zu einer wesentlichen Beschleunigung der Bauzeiten. Die ohnehin immer komplexer werdenden Bauten sollten, aufgrund der wachsenden Konkurrenz, in immer kürzeren Bauzeiten errichtet werden. Dies stellte wiederum neue Anforderungen an das Termin- und Baustellenmanagement.

Terminmanagement

Bei der Planung des Bauablaufes kam es zu einer Reihe von neuen Entwicklungen, da man versuchte die Bauabläufe so genau wie möglich zu planen und mögliche Störungen auf ein Minimum zu reduzieren. Neue Methoden der Terminplanung und die Einführung von professionellem Projektmanagement bewirkten, dass sich Projekte und ihre Prozesse immer genauer steuern lassen. Eine heute noch sehr weit verbreitete Methode ist beispielsweise die Netzplantechnik.

Sie entstand parallel Ende der 50er Jahre in den USA und in Europa und vereinte die zuvor getrennte Ablauf-, Termin-, Kosten- und Kapazitätsplanung zu einem Planungsinstrument und löste damit die konventionellen Planungsansätze ab. Ihr Ursprung liegt in der Netzwerkanalyse, die aus der Elektrotechnik stammt. In den 60-er Jahren wurde der Netzplantechnik so große Beachtung geschenkt, dass sie in allen größeren Betrieben Deutschlands eingeführt wurde und als eigenständiges Planungsinstrument angesehen wurde. Heute wird sie eher als eines von vielen Hilfsmitteln im Projektmanagement gesehen.¹²⁰

Baustellenmanagement

Aufgrund der steigenden Zahl von Abläufen, die mittlerweile auf einer Baustelle koordiniert werden müssen, kommt dem Baubetrieb und Bauablauf auf der Baustelle ein immer größerer Stellenwert zu. War es bis vor wenigen Jahrzehnten noch üblich, dass der Baumeister die Geschicke auf der Baustelle leitete so ist dies Ende der 50-er Jahre kaum mehr möglich.

Um in der Branche konkurrenzfähig zu bleiben mussten neue Methoden zur Leitung von Baustellen und vor allem zur Steigerung der Leistungsfähigkeit und Produktivität gefunden werden.

¹²⁰ Würtz M.O., Grundlagen des Projektmanagements mit dem Schwerpunkt Netzplantechnik, 1999

Der moderne Baubetrieb war geboren. Er zeichnet sich durch eine genauere Planungs-, Fertigungs- und Betriebstechnik aus. Die sorgfältige Planung und Vorbereitung des Arbeitsprozesses wurde immer wichtiger. Es war mittlerweile durchaus üblich, dass Projekte einer längeren Planungs- als Ausführungsphase unterlagen. Dabei wird versucht, mit generalstabsmäßiger Präzision, die Projekte bis ins kleinste Detail im Planungsbüro durchzudenken und vorzubereiten.¹²¹

Die schrittweise Einführung des Projektmanagements bringt folgende Vorteile gegenüber der konventionellen Projektdurchführung:¹²²

- Die Bearbeitung eines Projekts wird wirtschaftlicher, weil sich durch eine detaillierte Beschäftigung mit den einzelnen Prozessen die Projektkosten vermindern, die Bearbeitungszeit verkürzt und eine bessere Produktivität erreicht wird.
- Das Risiko, die gestellten Ziele nicht zu erreichen wird auf ein Minimum reduziert.
- Durch die detaillierte Planung und Überwachung lassen sich Schwierigkeiten und Störungen im Projektablauf frühzeitig erkennen und es kann mit einem wesentlich geringeren Zeit- und Geldaufwand gegengesteuert werden.
- Die Projektinteressen werden durch die Einrichtung einer Projektleitung bestmöglich vertreten.
- Die Arbeit in Projektteams bildet eine gute Basis für den Führungsnachwuchs.

¹²¹ Kühn G., Handbuch Baubetrieb Organisation – Betrieb – Maschinen, Düsseldorf, 1991

¹²² Rinza P., Projektmanagement Planung und Steuerung von technischen und nicht technischen Vorhaben, 1998

Die Auftragsproblematik der heutigen Zeit, gerade in der aktuellen Wirtschaftskrise, spielte in den 50-er Jahren noch eine weitaus geringere Rolle, da durch die Zerstörungen des Zweiten Weltkriegs ein enormer Aufholbedarf im Bereich des Wohnbaus, der Infrastruktur und der Industrie bestand.

7.3.4 21. Jahrhundert

7.3.4.1 Historie

Das 21. Jahrhundert hat laut Historikern bereits mit dem Zerfall der Sowjetunion Anfang der 1990er Jahre begonnen. Dieser Zeitpunkt wird von vielen Historikern auch als der Übergang von der Moderne zur Postmoderne gesehen.¹²³

7.3.4.2 Allgemeine Randbedingungen

Als wichtigste allgemeine Randbedingung kann wohl die aktuelle Wirtschaftskrise gesehen werden. Sie nimmt Einfluss auf die gesellschaftlichen, sozialen, technischen und wirtschaftlichen Gegebenheiten und gilt auch für die Baubranche als gegenwärtig größte Herausforderung. Laut führenden Baumanagern und Experten wird sich die Krise in der Baubranche in den Jahren 2010 - 2012 noch verschärfen. Der Grund dafür ist das Auslaufen der staatlichen Konjunkturpakete und die noch zögerlichen privaten Investoren.

„Der Rückgang der Auftragseingänge um elf Prozent im Vorjahr lässt für heuer wenig Gutes erwarten. Erst ab 2011 rechnet die Branche mit einer Erholung – sofern die Nachfrage von Industrie, Gewerbe und Privaten anspringt, wenn die öffentlichen Gelder nicht mehr so reichlich fließen. Im Vorjahr kurbelten Konjunkturpakete und die Förderung thermischer Sanierung die Nachfrage an, heuer dürfte diese Quelle nicht mehr so reichlich sprudeln. Auch geplante Infrastrukturaufträge von ÖBB, Asfinag und Bundesimmobiliengesellschaft (BIG) dürften kleiner ausfallen als erhofft.“

Manfred Katzenschlager, Geschäftsführer der GeschäftsstelleBau in der Wirtschaftskammer Österreich, in *Die Presse* am 10. Mai 2010

¹²³ Lyotard J.-F., *Das postmoderne Wissen*, 1979

„Ich rechne mit einer schleppenden Erholung. Das Unternehmen sei bei Ausbruch der Krise mit vollen Auftragsbüchern dagestanden, diese konnten im Krisenjahr aufgearbeitet werden. Die Talsohle wird heuer erreicht werden, doch die negativen Folgen der Krise werden bis ins Jahr 2012 hineinreichen.“

Wolfgang Hesoun, damaliger Geschäftsführer PORR, in Die Presse am 10. Mai 2010

„So richtig schlecht wird es der Bauwirtschaft erst 2011 und 2012 gehen. 2009 und 2010 seien aufgrund der Nachzieheffekte und der Investitionen durch die öffentliche Hand noch relativ erfolgreich verlaufen. Es sind aber Anzeichen zu erkennen, dass die öffentliche Hand weiter investieren wird. Dann wird die Branche mit einem blauen Auge davonkommen.“

Hans Peter Haselsteiner, Strabag Chef, in www.bau.report.at am 5. Mai 2010

<http://bau.report.at/index.php/aktuell/34-wirtschaft-politik/34355-strabag-und-porr-bilanzieren-die-alpine-schimpft>

Das Ganze in Zahlen ausgedrückt:

Ein Auszug aus dem aktuellen Bericht der Statistik Austria für das erste Quartal 2010:¹²⁴Im ersten Quartal 2010 ist der Bauproduktionswert um 13,7 % auf 2,3 Mrd. Euro gesunken. Dabei mussten sowohl der Hochbau (-17,9 %) als auch der Tiefbau (8,1 %) teils massive Produktionsrückgänge hinnehmen. Der Rückgang im Hochbau resultiert aus der negativen Entwicklung aller Teilsparten, im Tiefbau verzeichnet lediglich die Sparte Bau von Bahnverkehrsstrecken eine positive Entwicklung (+35,9 %).

Weiter zurückhaltend agiert laut Statistik Austria die öffentliche Hand. Der Produktionswert der Bautätigkeit für den öffentlichen Sektor lag im ersten Quartal mit 819,5 Mio. Euro um 26,4 % unter jenem des Vorjahresvergleichszeitraums.

Die stärksten Rückgänge entfallen dabei auf die Teilsparten Industrie- und Ingenieurbau (-79,2 %), Tunnelbau (-48,5 %) und Brücken- und Hochstraßenbau

¹²⁴ www.statistik.at, Zugriff am 2. August 2010

(-36,2 %). Auch die Auftragsbücher der heimischen Bauunternehmen waren schon deutlich besser gefüllt. Gegenüber dem Vorjahreszeitraum ist ein Minus von 8 % auf 6,6 Mrd. Euro zu beklagen. Der Tiefbau mit minus 12 % trägt daran die Hauptschuld, aber auch der Hochbau ist im Gegensatz zu den ersten zwei Monaten in die roten Zahlen gerutscht (-3,8 %).

Während sich in Tirol (+19,5 %), in Oberösterreich (+5,2 %), in Niederösterreich (+3,5 %) und in der Steiermark (+3,1 %) der Auftragspolster erhöhte, wiesen Salzburg (-0,4 %), das Burgenland (-2,4 %), Vorarlberg (-17,7 %), Kärnten (-24,9 %) und Wien (-25,8 %) rückläufige Auftragsbestände auf.

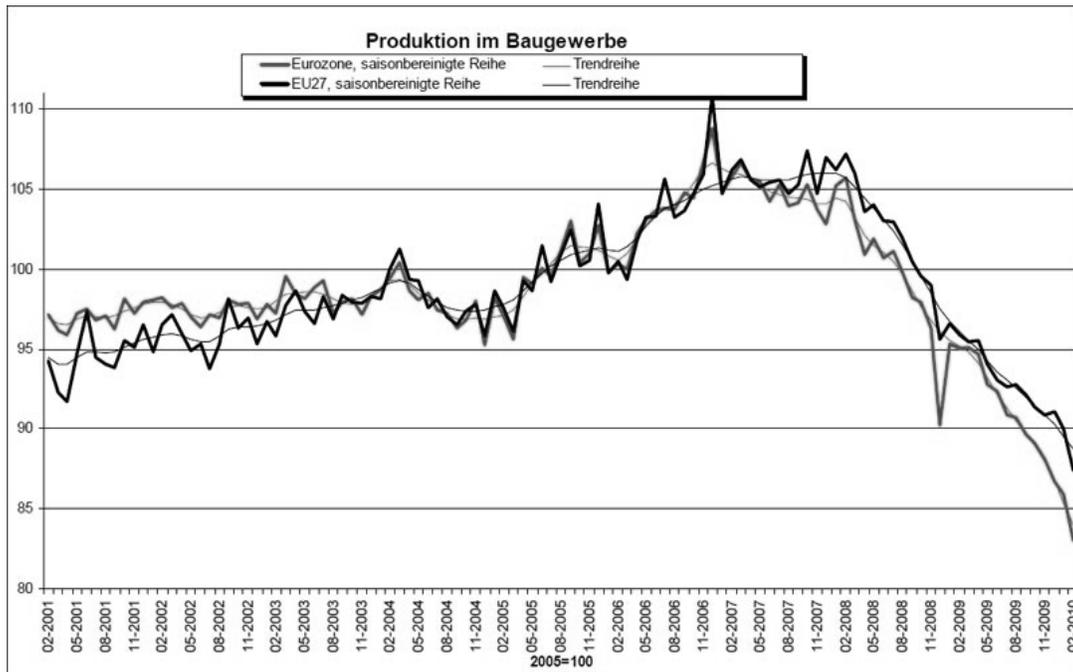


Abbildung 25: Produktion im Baugewerbe EU [Quelle Eurostat 2010]

7.3.4.3 Baubetriebliche Randbedingungen

Die baubetrieblichen Randbedingungen im 21. Jahrhundert betrachten vor allem:

- die Organisation der Baubranche und des Baugewerbes im 21. Jahrhundert
- den Baumeister im 21. Jahrhundert
- und speziell Organisation und Baubetrieb im 21. Jahrhundert
- sowie wichtige Informationen für das Gesamtverständnis der Baubranche im 21. Jahrhundert

Die Organisation der Baubranche und des Baugewerbes im 21. Jahrhundert

Die Organisation der Baubranche ist im Wesentlichen seit dem Zweiten Weltkrieg unverändert geblieben. Der Österreichische Gewerkschaftsbund (ÖGB) ist die Dachorganisation aller 13 Einzelgewerkschaften und vertritt die wirtschaftlichen, politischen, sozialen und kulturellen Interessen aller ArbeitnehmerInnen gegenüber Arbeitgebern, Staat und Parteien.

Der Baumeister im 21. Jahrhundert

In den meisten Ländern Europas gibt es den Beruf des Baumeisters heute nicht mehr. Eine der wenigen Ausnahmen bildet Österreich. Hier besitzt der Baumeister nach wie vor alle Berechtigungen. Ein Blick in die Realität zeigt aber, dass Baumeister heutzutage meist in bauausführenden Firmen, Planungsbüros oder als Bauleiter tätig sind.

Das Tätigkeitsfeld eines Baumeisters erstreckt sich in Österreich über den gesamten Bereich des Bauwesens. Baumeister dürfen sich auch als Gewerbliche Architekten bezeichnen. Diese Bezeichnung hat aber nur in Österreich ihre Gültigkeit, da im restlichen Ausland andere Bestimmungen gelten.

Organisation und Baubetrieb im 21. Jahrhundert

Im Vergleich zum vorhergehenden Kapitel, in dem die Engpässe der 40-er und 50-er Jahre hauptsächlich durch technische und technologische Innovationen gelöst wurden, liegen heutzutage die meisten Engpässe im Management und im organisatorischen Bereich der Baustelle. Die zunehmende Konkurrenz um Aufträge, speziell jetzt in der Krise, zwingt die führenden Manager der Baubranche verstärkt zum Einsatz interdisziplinären Führungswissens. Nur dadurch können sie im Wettbewerb bestehen und die Existenz des eigenen Unternehmens sichern.

Vorweg ist anzumerken, dass sich die charakteristischen Merkmale eines Bauprojekts in den letzten Jahrhunderten kaum geändert haben:¹²⁵

- Ein Bauprojekt ist einmalig und an den Standort gebunden.
- Materialien, Geräte und Arbeitskräfte müssen an den jeweiligen Standort der Baustelle transportiert werden.
- Selbst bei identischen Bauwerken wären die benötigten Produktionsfaktoren, aufgrund der unterschiedlichen Rahmenbedingungen (Baugrundverhältnisse, vorhandene Infrastruktur, örtliche Gegebenheiten,...) unterschiedlich.
- Spezifische Randbedingungen werden oft erst im Laufe der Bauzeit bekannt.
- Änderungen des Leistungsinhaltes hinsichtlich des Bauentwurfs, der Bauzeit oder Ausführungen – von im Leistungsverzeichnis nicht vorgegebenen Positionen – sind an der Tagesordnung, folglich ist die Störungsintensität von Auftraggeberseite sehr häufig.

¹²⁵ Seeling R., Unternehmensplanung im Baubetrieb, 1995

Alle diese Gegebenheiten verlangen, durch die gestiegene Komplexität auf den Baustellen, von der Ober- bzw. Bauleitung meist einen hohen Grad an Organisationsvermögen und Improvisation, die oftmals als Erklärung für eine nicht ausreichende Planung und Steuerung angeführt wird. Die Ursachen liegen auch darin, dass das Baugewerbe ein Bereitstellungsgewerbe ist.

Baugewerbe als Bereitstellungsgewerbe

Die Baubranche ist vergleichbar mit dem Anlagen- oder Schiffsbau. Auch dort findet fast ausschließlich die Auftragsfertigung statt. Erst mit der Bauentscheidung des Kunden (Bauherren) beginnt das „Bauen“. Ein Bauunternehmen kann weder Art und Umfang der Bauaufträge noch den Fertigungszeitpunkt beeinflussen.

Das Bauen ist somit eine kundenabhängige Fertigung bzw. Produktion auf Bestellung. Ein Bauunternehmen muss also ständig seine Produktionskapazitäten auf Abruf vorhalten und bereitstellen um jederzeit in der Lage zu sein, einen Auftrag durchzuführen.¹²⁶

Wandel der Wertschöpfungskette

Das Problem der dauerhaften Auslastung der Produktionskapazitäten wurde gerade angesprochen. Dieser Engpass veranlasste viele Unternehmen bereits seit Anfang der 90-er Jahre zu einer Marktausweitung durch sukzessives Vordringen in neue Geschäftsfelder.¹²⁷

Bei der Ausweitung der Wertschöpfungskette steht nicht mehr nur die Bauausführung an sich im Mittelpunkt. Viele Bauunternehmen bieten auch die Ausführungsplanung für das Bauprojekt als komplettes Projektgeschäft an.

¹²⁶ Seefeldt M., Projektmanagement im Auf-Bau, 2001

¹²⁷ Syben G., Die Baustelle der Bauwirtschaft, 1999

Auswirkungen der Entwicklungen auf die Bauprojekte

Durch die Ausdehnung der Wertschöpfungskette in den letzten Jahren kam es unternehmerseitig zu einer signifikanten Zunahme der Komplexität und Dynamik im Herstellungsprozess.

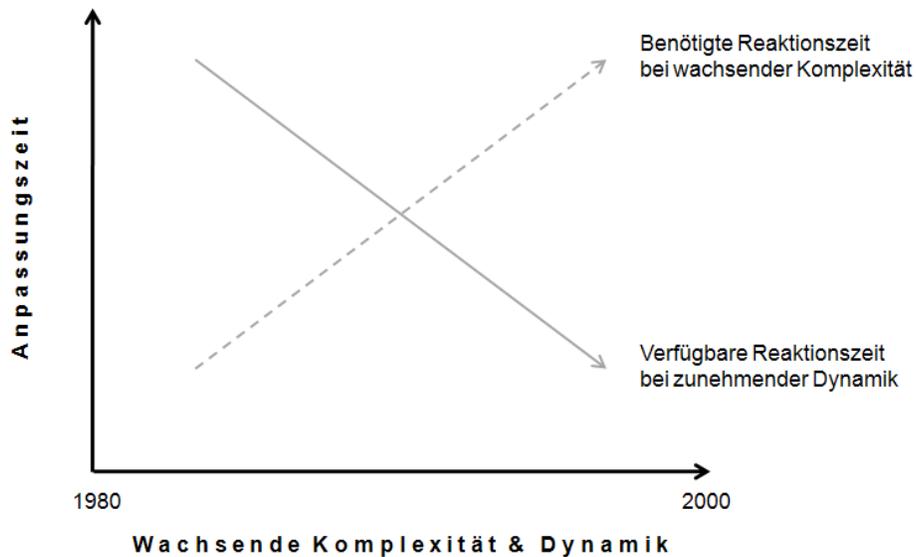


Abbildung 26: Wachsende Komplexität und Dynamik [Quelle: Bleicher 1991]

Anders ausgedrückt, Bauprojekte sind hinsichtlich Technik, vertragsrechtlicher Bedingungen und speziell im Bereich der Koordination der verschiedenen Organisationseinheiten wesentlich komplexer geworden. Gestiegen sind vor allem der Schwierigkeitsgrad, die Schnittstellenanzahl sowie Größe und Anzahl der Projektrisiken.¹²⁸

¹²⁸ Seefeldt M., Projektmanagement im Auf-Bau, 2001

Die Ursachen für diese Entwicklung zeigt folgende Abbildung:

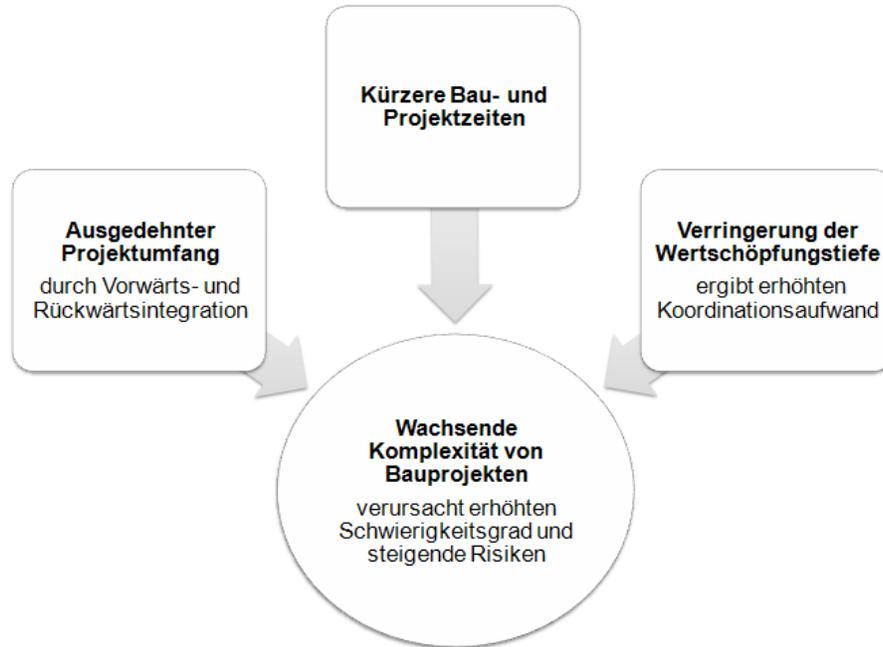


Abbildung 27: Gründe für die höhere Komplexität von Bauprojekten [Quelle: Seefeldt 2001]

Ausgedehnter Projektumfang

Aufgrund der Rückwärtsintegration muss das Bauunternehmen (Generalunternehmer) neben der Ausführung auch Aufgaben des Architekten wahrnehmen. Dazu zählen die verstärkte Koordination der Planungsleistung und deren Kontrolle sowie die Ausschreibung und Vergabe der Subunternehmergewerke. Durch die Vorwärtsintegration kommen zusätzliche Leistungen wie die gewerkübergreifende Arbeitsvorbereitung und die Koordination und Überwachung der Ausbauarbeiten durch Subunternehmer hinzu.¹²⁹

¹²⁹ Seefeldt M., Projektmanagement im Auf-Bau, 2001

Kürzere Projekt- und Bauzeiten

Zur Optimierung und schnelleren Amortisation von Bauprojekten müssen Investitionen von Bauherren bei

- lang andauernden Genehmigungsverfahren
- verschärften Umweltstandards
- straffem Kostenrahmen
- und hohen Qualitätsansprüchen

in immer kürzeren Bauzeiten realisiert werden.¹³⁰

Anders ausgedrückt: Der Bauherr fordert einen kürzeren Planungsverlauf, eine verkürzte Bauzeit und geringere Kosten.

Dies wird erreicht durch:¹³¹

1. eine in etwa parallel verlaufende Planung und Bauausführung
2. ungewöhnlich kurze Abfolgen paralleler Arbeiten und Komprimierung verschiedener Gewerke in gleichen Bauabschnitten

Aufgrund der Vorgangsabhängigkeiten bei der Parallelisierung wichtiger Vorgänge in Planung und Ausführung kommt es zu einem Verzicht wichtiger Pufferzeiten. Somit bewegt sich eine Großzahl der Bauprojekte auf dem kritischen Pfad und es fehlen notwendige Zeitreserven für Planungskorrekturen von Fehlern und Mängeln.¹³²

¹³⁰ Laufer A., Simultaneous Management: Managing projects in a dynamic environment, 1997

¹³¹ Seefeldt M., Projektmanagement im Auf-Bau, 2001

¹³² Schuhmann W. A., Akzeptanz des Risikomanagements, 1998

Die Projektkomplexität steigt, da die Koordinationstätigkeiten in einer wesentlich kürzeren Zeit simultan abgewickelt werden müssen.¹³³

Verringerung der Wertschöpfungstiefe

Der Grundgedanke des Outsourcings besteht darin, das Risiko mangelnder kapazitiver Auslastung zu reduzieren, indem auf die unvorhergesehene und stark schwankende Nachfrage nicht mit dem Vorhalten von Ressourcen, sondern mit deren Ausgliederung reagiert wird.¹³⁴

Durch die Auslagerung werden viele Arbeitsvorgänge nicht mehr selbst erledigt, sondern fremdvergeben, sodass die entsprechenden Ressourcen wie Arbeitskräfte und Baugeräte im Unternehmen nicht mehr vorhanden sein müssen.¹³⁵

Ein wesentlicher Vorteil für die Vergabe von einzelnen Leistungen an Nachunternehmer ist ihre Spezialisierung auf bestimmte Teilleistungen. Dadurch können sie besser, schneller und zu geringeren Preisen anbieten.

Die relativ hohe Anzahl an Nachunternehmern und auch eigener am Bauprozess beteiligter Mitarbeiter, vergrößert die Anzahl der Schnittstellen erheblich.¹³⁶

¹³³ Howell G., Reforming projectmanagement in construction, 2000

¹³⁴ Syben G., Die Baustelle der Bauwirtschaft, 1998

¹³⁵ Götz W., Aktiv neue Wege gehen, 1998

¹³⁶ Seefeldt M., Projektmanagement im Auf-Bau, 2001

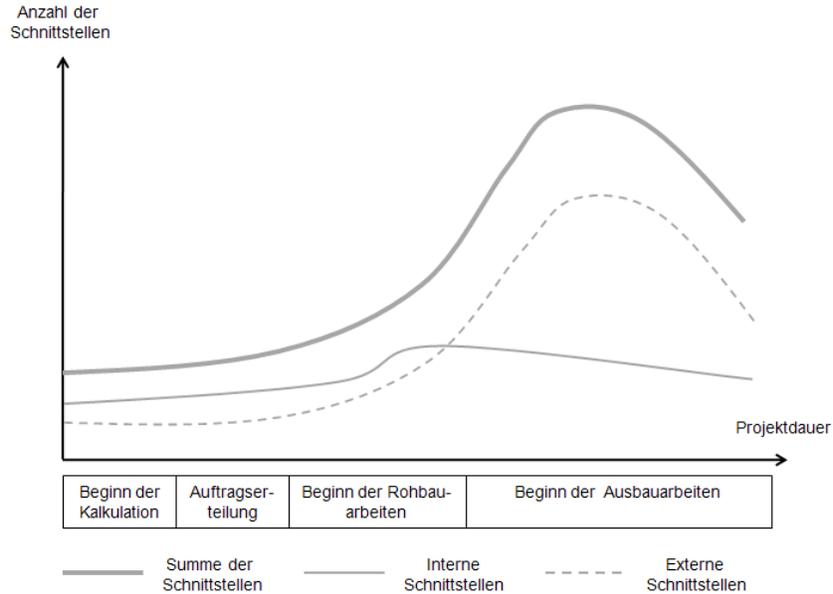


Abbildung 28: Schnittstellenhäufigkeit im Projektverlauf [Quelle: Frühauf 1998]

Bei einer erhöhten Schnittstellenhäufigkeit nimmt vor allem die Bau- und Projektleitung eine sehr wichtige Schlüsselposition ein.

Abschließend ist anzumerken, dass im 21. Jahrhundert das Endergebnis eines Bauprojekts weniger von technischen Gesichtspunkten sondern vielmehr von der organisatorischen Qualität der Durchführung abhängig ist. Der dafür verantwortliche Bau- bzw. Projektleiter muss durch eine rationelle Organisation und Koordination einen reibungslosen Bauablauf gewährleisten.¹³⁷

¹³⁷ Seefeldt M., Projektmanagement im Auf-Bau, 2001

8 Analyse und Auswertung

In diesem Kapitel der Arbeit geht es um die Auswertung und Analyse der untersuchten Epochen und Jahrhunderte. Zuvor werden die generellen Ziele des zweiten Teils noch einmal kurz dargestellt.

Das Ziel des zweiten Teils ist:

1. Die Darstellung der geschichtlichen Entwicklung des Baubetriebes und der Organisation von Baustellen ausgewählter Epochen und Jahrhunderte
2. Die Beantwortung der Forschungsfrage:

„Wurden in den letzten Jahrhunderten, aus baukybernetischer Sicht, vergleichbare Praktiken und Systeme zur Organisation und Steuerung von Baustellen angewendet?“

Es ist vorweg anzumerken, dass es sich hierbei um einen generellen Vergleich zwischen den einzelnen Epochen und Jahrhunderten handelt. Ein detaillierter Vergleich ist insofern schwierig, da sich speziell die allgemeinen sowie auch die baubetrieblichen Randbedingungen im Laufe der betrachteten Zeiträume sehr stark verändert haben und sich somit teilweise völlig verschiedene Ausgangssituationen ergeben.

8.1 Auswertung der geschichtlichen Entwicklung

Die geschichtliche Entwicklung des Baubetriebes und der Organisation von Baustellen wurde bereits in den letzten Kapiteln dargestellt. Es ist festzuhalten, dass die Engpässe, die sich auf den Baustellen bis zur Mitte des 20. Jahrhunderts ergaben, vor allem durch technische Innovationen gelöst wurden.

Erst im späten 20. Jahrhundert wurde man im Zuge der immer komplexeren Bauprozesse auf die Defizite im Baustellenmanagement und der Organisation von Baustellen aufmerksam. Eine genauere Betrachtung erfolgt im nächsten Abschnitt. Zusammenfassend die wichtigsten technischen Innovationen und Errungenschaften der ausgewählten Epochen und Jahrhunderte:

Im Mittelalter

- Erfindung der maßstäblichen Bauzeichnung (ab ca. 1230)
- Systematisierung und Vereinheitlichung der Bauglieder (Voraussetzung für die Serienproduktion von Quader und Gliederungsformen)
- Entwicklung des geometrisch bestimmten Maßwerkes ab 1215
- Strebesystem im Skelettbau
- Einführung des Baukranes mit Laufrad auf den Baustellen

In der Gründerzeit

- verkürzte Transportzeiten durch den Eisenbahnbau
- Materialeinsparung und Optimierung durch die Einführung der Statik
- Mechanisierung der Baustoffproduktion, Einführung des Strangpressverfahrens
- Entwicklung neuer Baustoffe (Gussstahl, Beton)
- erster Einsatz von dampfgetriebenen Baggern im Erdbau

20. Jahrhundert

- Einführung von Transportbetonanlagen mit Fahrmischerbetrieb
- die Weiterentwicklung bei den Turmdrehkränen erhöhte die Einsatzvariabilität und ermöglichte kürzere und flexiblere Bauzeiten.
- Entwicklung des Autokrans mit Teleskopausleger
- Entwicklung des Hydraulikbaggers
- Einführung der Fertigteilbauweise im Hallen- und Industriebau

21. Jahrhundert

Im 21. Jahrhundert werden zwar ständig Verbesserungen im Baubetrieb und im Bauablauf erzielt, jedoch blieben revolutionäre Innovationen für eine markante Reduzierung der Errichtungszeiten, wie in den anderen betrachteten Zeiträumen, im technischen Bereich bis jetzt aus. Es ist aber auch anzumerken, dass in der Baubranche, im Vergleich zu anderen Industriezweigen, noch immer ein hoher Grad an menschlicher Arbeitsleistung notwendig ist und sich Innovationen anderer Industriebereiche nur langsam in der Baubranche umsetzen lassen.

Anders als im technischen Bereich, wurden Ende des 20. Jahrhunderts und Anfang des 21. Jahrhunderts große Fortschritte im Bereich Baustellenmanagement und Organisation erzielt. Management wie wir es heute mit den Begriffen Planung, Organisation, Durchführung und Kontrolle definieren, hatte im Mittelalter in diesem Kontext nicht stattgefunden und hat ihren Ursprung in der Gründerzeit. Da das Baugewerbe regional begrenzt war und die jeweilige Zunft gewissermaßen ein Monopol auf die Bauleistungen der Region oder Stadt hatte, war es aufgrund des fehlenden Wettbewerbs nicht zwingend notwendig sich über Rationalisierungsmaßnahmen in der Organisation Gedanken zu machen.

Erst durch die Industrialisierung und mit Gründung der ersten Aktiengesellschaften – die Regionen übergreifend agierten – kam es zu einem Wettbewerb wie wir ihn heute kennen, in dem das Angebot die Nachfrage bestimmte und die Bauunternehmen sich gegenseitig unterbietet haben und stets nach besseren, schnelleren und vor allem billigeren Möglichkeiten suchten.

Im 20. Jahrhundert wurden die Engpässe im Management (Anfangs nur bei Großprojekten) vor allem durch die Einführung von professionellem Projektmanagement reduziert. Es setzte sich schrittweise die Erkenntnis durch, dass in der Arbeitsvorbereitung und der sorgfältigen Ablaufplanung, unter anderem durch die Netzplantechnik, enormes Einsparungspotential – finanziell wie

auch zeitlich – vorhanden war. Dennoch kamen diese Methoden bis Ende der 80-er Jahre fast ausschließlich bei Großprojekten zum Einsatz.

Ende des 20. Jahrhunderts kam es dann zu unterschiedlichen Entwicklungen im Bereich des Projektmanagements. Man spricht heute einerseits vom klassischen und andererseits vom evolutionären Projektmanagement Ansatz (vgl. Kapitel 3. Grundlagen des Projektmanagements und Kapitel 4. Projektmanagement im Wandel).

Nach dieser kurzen Zusammenfassung und Betrachtung der verschiedenen Epochen und Jahrhunderte hinsichtlich ihrer technischen und organisatorischen Fortschritte wird nun versucht, die anfangs formulierte Forschungsfrage zu beantworten.

8.2 Beantwortung der Forschungsfrage

Zur Beantwortung der Forschungsfrage bedarf es vorweg nochmals einer genauen Definition zur Wortwahl „aus baukybernetischer Sicht“.

Der Autor lehnt sich dabei an Heinz Grote, einem der Mitbegründer der Baukybernetik und Entwickler des KOPF-Systems an. Für Heinz Grote muss eine Bau-Organisation zwei grundlegenden Voraussetzungen besitzen, um aus baukybernetischer Sicht im Wettbewerb bestehen zu können.

Grote definiert diese beiden Voraussetzungen wie folgt:

1. Die Selbstorganisation der produzierenden Mitarbeiter muss entwickelt werden.
2. Die Lenkungsvarietät muss so groß sein, dass die Störungsfolgen aus Komplexität und Unbestimmtheit unschädlich gehalten werden können.

Anhand dieser Definition soll nun die Forschungsfrage Schritt für Schritt unter Betrachtung der historischen Entwicklung beantwortet werden.

Definition Selbstorganisation der Mitarbeiter:

Im Zuge dieser Diplomarbeit und einer intensiven Beschäftigung mit der Wissenschaft der Kybernetik und im speziellen der Baukybernetik lässt sich die allgemeine Erkenntnis von Matzke, dass die *Aufnahme, Zirkulation und Verarbeitung von Daten (Informationen) eine offenbar fundamentale Rolle in den Steuerungs- (Leitungs-) Prozessen spielen*¹³⁸, auch auf die produzierenden Mitarbeiter im Baugewerbe anwenden.

Selbstorganisation kann nur durch Mitarbeiter erreicht werden, die ihre ihnen zugewiesene Aufgabe richtig erfassen können (Aufnahme der Daten), richtig weiterleiten und kommunizieren können (Zirkulation der Daten) und die ihr Handwerk und die damit verbundenen Abläufe und Prozesse auch richtig und vollständig umsetzen (Verarbeitung der Daten) können.

Nur dadurch können Regelkreise und die daraus notwendigen Rückkoppelungen entstehen, die für die Selbst-Regulation des Systems (des BauProjekts) notwendig sind. Im Gegensatz zu Mitarbeitern die diese Eigenschaften nicht besitzen (hierarchisch-statisch organisiert), können diese Mitarbeiter (selbstorganisierend-dynamisch organisiert) mehr Informationen aufnehmen und verarbeiten, sind anpassungsfähiger und benötigen eine kürzere Reaktionszeit auf sich verändernde Umweltbedingungen (Störungen im Bauablauf).¹³⁹

¹³⁸ Matzke H., Geleitwort zu „Kybernetische Systeme im Bauwesen“ von V.I. Rybalskij, 1967

¹³⁹ Frick A., Evolutionäres Projektmanagement – Mit neuem Denken zum Projekterfolg, 2004

Unter diesem Gesichtspunkt lassen sich folgende Aussagen über die verschiedenen Epochen und Jahrhunderte zum Thema Selbstorganisation der Mitarbeiter ableiten:

Mittelalter:

Wie im Kapitel 7.3.1 *Mittelalter* bereits erwähnt, war das Zunftwesen für die Einhaltung und Überwachung der Grundsätze und Regeln in den einzelnen Handwerksberufen zuständig. Da sie unter anderem auch die erforderliche Ausbildung für das Erlernen des Handwerks regelten, durfte ein Handwerker sein Zunft Handwerk nur dann ausführen, wenn er Mitglied in seiner Zunft war. Diese Tatsache lässt darauf schließen, dass es im eigenen Interesse der jeweiligen Person war, mit bestem Wissen und Gewissen die Ausbildung zum jeweiligen Zunft Handwerk zu absolvieren. Die Ausbildungszeit zum Gesellen richtete sich im Mittelalter grundsätzlich nach dem eigenen Können und dauerte in der Regel 4-6 Jahre. Diese variable Ausbildungszeit lässt die Vermutung zu, dass ein Geselle erst wirklich zum Gesellen wurde, wenn er alle notwendigen Kriterien für sein zukünftiges Handwerk erfüllte. Die Mitglieder der Zunft galten als ehrbare, stark traditionelle Handwerker, die sehr stolz auf ihren Berufsstand waren. In ihrem Wertesystem waren Solidarität und Sicherheit an höchster Stelle.

Gründerzeit und Industrialisierung:

Durch die Einführung der Gewerbeordnung verloren die Zünfte ihre Vormachtstellung bei den Handwerksberufen und wurden schließlich durch die neugegründeten Berufsverbände bzw. Gewerkschaften ersetzt. Durch den ausgelösten Bauboom in der Gründerzeit kam es allerdings auch zu einem Engpass von qualifizierten Arbeitern auf den Baustellen. Im weiteren Verlauf bildete sich gerade in der Bauwirtschaft eine Mischung aus mehr oder weniger ungelerten Industriearbeitern, die bald die Masse der Belegschaft in den neuen

Bauunternehmen bildeten. Dem gegenüber stand eine weitaus geringere Anzahl von Facharbeitern.

Die Ausbildung vom Lehrling zum Facharbeiter war zwar genau geregelt, aber es fehlte – ähnlich wie auch heute noch – aufgrund des erhöhten Termindrucks oft die notwendige Zeit auf der Baustelle um sie auch umzusetzen. Auf den Baustellen der Gründerzeit und Industrialisierung war noch immer ein hoher Grad an menschlicher Arbeitsleistung notwendig um die neuen Großprojekte zu realisieren. Da der enorme technische Fortschritt anfangs fast spurlos an der Baubranche vorbei ging, mussten beispielsweise große Erdbewegungen noch immer von Menschenhand und mit Pferdefuhrwerken bewerkstelligt werden. Für diese und ähnliche Arbeiten war aber eine mangelnde Ausbildung der Arbeitskräfte nicht hinderlich.

20. Jahrhundert:

Waren in der Gründerzeit noch die oben genannten Randbedingungen für die mangelnde Facharbeiterausbildung in der Baubranche verantwortlich, so spielte in den 50-er und 60-er Jahren des 20. Jahrhunderts vor allem der rasante technische Fortschritt in der Baubranche und der damit in Verbindung stehende Maschinierungsprozess eine tragende Rolle. Auch der zunehmende Einsatz von Fertigteilen, die Einführung der Elementschalung oder der Einsatz von großformatigen Ziegeln um nur einige zu nennen, wirkte sich eher negativ auf die Qualifikation der Facharbeiter aus, da diese immer mehr zu Montagehandwerkern wurden. Die sinkende Produktivität der Facharbeiter wurde allerdings durch die genannten Rationalisierungsmaßnahmen und durch die Einführung des Projektmanagements teilweise kompensiert. Vor allem aber ließen der Bauboom der Nachkriegszeit und das Wirtschaftswunder in den 50-er und 60-er Jahren die Gewinne der Baufirmen sprudeln und niemand machte sich Gedanken über die seit langem sinkende Produktivität des immer schlechter ausgebildeten Personals.

Die Unternehmen investierten zwar in die Ausbildung des Führungspersonals aber nicht in die Ausbildung und Qualifikation des produktiven Personals.

21. Jahrhundert:

Ende des 20. Jahrhunderts flachte die stetig steigende Produktivität durch den Maschinierungsprozess in der Baubranche langsam ab und die mangelnde Produktivität der produzierenden Mitarbeiter wurde langsam sichtbar. Die Tatsache, dass mit dem Beginn der 90-er Jahre auch das Baugeschäft „global“ wurde stellte die Manager der Baufirmen vor neue Herausforderungen. Ein Vergleich der ETH Zürich aus dem Jahre 1999 zeigt, dass die Bauwirtschaft im Produktivitätsvergleich mit andern Branchen deutlich schlechter abschneidet. Dabei liegt der Maschinenbau bei einer Produktivität von 102%, das Bauwesen bei 80% und die Chemie bei 176%. Es ist allerdings hervorzuheben, dass in der Baubranche – im Vergleich zu den anderen Branchen – noch immer ein wesentlich höherer Grad an menschlicher Arbeitsleistung notwendig ist. Erst langsam setzt sich bei den Führungskräften der Branche die Tatsache durch, dass nur eine sehr gut ausgebildete Belegschaft die Produktivität wesentlich steigern kann und somit einen klaren Wettbewerbsvorteil mit sich bringt.

Zusammenfassung zum Thema Selbstorganisation der produzierenden Mitarbeiter

Im Zuge dieser Arbeit kommt der Autor zum Schluss, dass die Selbstorganisation, in Bezug auf die Qualifikation der Mitarbeiter, hauptsächlich im Mittelalter zu finden war und diese mit dem Beginn der Gründerzeit und der Industrialisierung stetig abgenommen hat. Durch die angeführten Rationalisierungsmaßnahmen, vor allem ab der Mitte des 20. Jahrhunderts wurden viele Arbeiter auf den Baustellen zu einer Art Monteur. Im Umkehrschluss trugen natürlich all diese Fortschritte auch dazu bei, dass sich der Beruf des Bauarbeiters in Anbetracht der körperlichen Anstrengung vom Schwerstarbeiter zum Schwerarbeiter wandelte.

Es sei aber ebenfalls angemerkt, dass sich der Beruf des Bauarbeiters im Betrachtungszeitraum dieser Arbeit sehr stark gewandelt hat und immer komplexer wurde. So musste sich der Bauarbeiter im Mittelalter noch nicht mit bauphysikalischen oder bauchemischen Aspekten auseinandersetzen. Abschließend ist festzuhalten, dass die hervorragende Qualifikation Einzelner heutzutage auf das gesamte Personal übertragen werden muss, denn nur so lässt sich das intellektuelle Potential aller im Unternehmen nutzen.

Definition der Lenkungsvarietät:

Ein System lässt sich nur dann kontrollieren, wenn uns die wesentlichen Variablen bekannt sind. Man kann ein komplexes System nur mit einem ebenso komplexen System steuern.¹⁴⁰

Oder mit den Worten des Entdeckers dieser Gesetzmäßigkeit, William Ross Ashby, formuliert:¹⁴¹

„Nur Varietät kann Varietät absorbieren“

Wie man diese Varietät in der Baubranche erreicht wird speziell im Kapitel 6.3 *Das KOPF System* beschrieben.

Unter diesem Gesichtspunkt lassen sich folgende Aussagen über die verschiedenen Epochen und Jahrhunderte zum Thema Lenkungsvarietät ableiten:

Anders als bei der Selbstorganisation der produzierenden Mitarbeiter lassen sich die verschiedenen Epochen und Jahrhunderte in Bezug auf ihre Lenkungsvarietät nur bedingt vergleichen.

¹⁴⁰ Malik F., Strategie des Managements komplexer Systeme, 2003

¹⁴¹ Ashby W. R., An Introduction to Cybernetics, 1970

Die Planung und Steuerung von Bauprojekten im Mittelalter, sofern man das Wort Steuerung in diesem Zusammenhang überhaupt verwenden sollte, war eine völlig andere als beispielsweise im 21. Jahrhundert. Sie basierte viel mehr auf praktischen Erfahrungswerten der jeweiligen Baumeister, als auf wissenschaftlichen Grundlagen und Erkenntnissen wie sie heute angewendet werden.

Das Bauen hatte bei weitem nicht die Komplexität heutiger Bauprojekte. Die Statik an sich, wie wir sie heute kennen gab es im Mittelalter noch nicht, ebenso wenig musste sich der damalige Baumeister über bauphysikalische Gesetze oder ein ausgeklügeltes Terminmanagement Gedanken machen. Auch der hohe Zeitdruck, unter dem Projekte heute von Anfang an stehen, die wachsende Komplexität der Aufgabenstellung, die immer größer werdende Bedeutung äußerer Einflüsse (z.B. behördliche Genehmigungsverfahren) oder die sich immer schneller verändernden Anforderungen an das Projekt, sind nur einige Faktoren für die steigende Komplexität. Haben wir es heute durch die jeweiligen Spezialisierungen mit einer Vielzahl von Subunternehmen auf den Baustellen zu tun, die allesamt koordiniert werden müssen (Schnittstellenmanagement), so war die Zahl der Subunternehmer bis zur Mitte des 20. Jahrhunderts doch recht überschaubar.

Erst diese und noch eine Vielzahl anderer Faktoren machen das Bauen heutzutage so komplex, dass die „herkömmlichen“ Methoden ihren neuen Anforderungen nicht mehr gerecht werden. Bringt man die Klassifizierung der Systeme von Stafford Beer ins Spiel, so könnte man die Bauprojekte bis Mitte des 20. Jahrhunderts eher in die Kategorie *komplex und probabilistisch* einordnen und erst ab diesem Zeitpunkt in die Kategorie *äußerst komplex und probabilistisch*. Laut Beer ist erst ab der Kategorie *äußerst komplex und probabilistisch* eine systemorientierte (kybernetische) Vorgehensweise für den Erfolg notwendig. Die Aussage, dass *komplexe probabilistische* Systeme (Bauprojekte) durch die lineare Denk- und Vorgehensweise handhabbar waren, wäre somit zulässig.

9 Resümee

Abschließend lässt sich festhalten, dass die Forschungsfrage nach bestem Wissen und Gewissen und auf Basis wissenschaftlichen Arbeitens beantwortet wurde. Die Frage, ob in den letzten Jahrhunderten, aus baukybernetischer Sicht, vergleichbare Praktiken und Systeme zur Organisation und Steuerung von Baustellen verwendet wurden, lässt sich – wie in Kapitel 7.3.2 *Beantwortung der Forschungsfrage* ausführlich beschrieben – somit nur teilweise mit ja beantworten. Zurückzuführen ist dies auf die dargestellten Randbedingungen in den jeweiligen Epochen und Jahrhunderten.

Diese Arbeit sollte aber auch die allgemeinen Defizite der linearen Denkweise im Bauwesen behandeln. Um den allgemeinen Wandel hin zur kybernetischen Denkweise zu bewirken, ist es notwendig, dass alle Beteiligten und Betroffenen ihre alte Sichtweise der Dinge über Bord werfen. Es ist dadurch möglich gemeinsam die notwendigen neuen Impulse zu setzen um die Baubranche auch in ihrer Organisation und Steuerung von Projekten endlich ins 21. Jahrhundert zu führen. Der wichtigste Schlüssel zum Erfolg liegt diesbezüglich in der Zündung der Selbstorganisation der Mitarbeiter.

Vonnöten ist dazu der Wandel von einer hierarchischen zu einer selbststeuernden Organisation um im globalen Wettbewerb wieder die Oberhand zu erlangen. Um dies auch zu erreichen, müssen die Führenden ihre überalterte Mentalität ändern und den Mitarbeitern wieder mehr Verantwortung übertragen, ihnen Zeit zum Lernen geben und sich selbst Zeit zum Lernen nehmen. Die richtige Kommunikation innerhalb des Unternehmens ist von fundamentaler Bedeutung für die Umsetzung all dieser Schritte.

Heinz Grote formulierte passend:¹⁴²

„Wir müssen lernen, nicht die Mitarbeiter sondern für die Mitarbeiter zu führen“

Seine Aussage über Selbstorganisation passt besser denn je zur heutigen Situation in der Baubranche.¹⁴³

„Eine Führung ist erst dann erfolgreich, wenn sie alle Arten der Zeitverschwendung eliminiert. Dazu muss sie die Menschen gewinnen – ihnen Erfolgserlebnisse ermöglichen. Sie muss die erforderlichen Fähigkeiten entwickeln und darf sie nicht voraussetzen. Totale oder ganzheitliche Qualität beginnt mit dem festen Willen aller Beteiligten, die Werte zu schaffen, die der Kunde will und in den Herstellungsprozessen alles zu vermeiden, was nicht dem Wertschaffen dient. Dieser Gemeinsame Wille kann nur in einem Klima von Vertrauen und Freiheit entstehen. Gesteigerte Lebensqualität und Erfolgserlebnisse zünden den Quantensprung der Produktivität durch Selbstorganisation“.

Die materiellen Ressourcen zur Steigerung der Bauabläufe werden bald an ihre Grenzen stoßen und es ist an der Zeit, die immateriellen Ressourcen der Belegschaft, ihre jahrelange praktische Erfahrung, ihre Vorschläge und Erfahrungswerte untereinander zu vernetzen, zu kanalisieren und zu analysieren um die Wertschöpfung der Unternehmen zu erhöhen und ihnen in weiterer Folge eine neue Überlegenheit im Wettbewerb zu ermöglichen.

¹⁴² Grote H., Die schlanke Baustelle - Mit Selbstorganisation im Wettbewerb gewinnen, 1996

¹⁴³ Grote H., Kosten senken mit KOPF, 2002

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Argumentationskette	4
Abbildung 2: Leitungs- und Organisationskonzept des PM [Quelle: Litke 2007].....	7
Abbildung 3: Aufgaben des Projektmanagements [Quelle: Seefeld 2001].....	8
Abbildung 4: Grundform einer Linienorganisation [Quelle: Kalusche 2005].....	11
Abbildung 5: Iterationszyklus im evolutionären PM [Quelle: Litke 2007].....	17
Abbildung 6: Klassifizierung von Systemen [Quelle: Beer 1962].....	21
Abbildung 7: Zwei Arten der positiven Rückkopplung [Quelle: Vester 2002]	26
Abbildung 8: Klassischer Regelkreis mit den gängigen kybernetischen Bezeichnungen [Quelle: Vester 2002]	27
Abbildung 9: Links: Zentralnervensystem, Rechts: Allgemeine Lenkungszusammenhänge des lebensfähigen Systems [Quelle: Malik 2003]	29
Abbildung 10: Das VSM in der Projektorganisation [Quelle Dr. Hans Steiner]	38
Abbildung 11: Die rekursive Struktur des Sensitivitätsmodells [Quelle: Vester 2002].....	48
Abbildung 12: Variablensatz mit einer angeklickten Beschreibung [Quelle: Vester 2002].....	50
Abbildung 13: Kriterienmatrix [Quelle: Vester 2002].....	53
Abbildung 14: Beispiel eines Projektstrukturplans [Quelle: FH-Kärnten Projektarbeit 4. Semester JG: 2005].....	63
Abbildung 15: Beispiel eines Produktionsplans für das Gewerk Fliesenleger [Quelle: FH-Kärnten Projektarbeit 4. Semester JG: 2005].....	65

Abbildung 16: Kapazitätsplan [Quelle: Grote 2006].....	66
Abbildung 17: Methodische Vorgehensweise zur Betrachtung der einzelnen Epochen	69
Abbildung 18: Aufbauorganisation Steinmetzbruderschaft.....	79
Abbildung 19: König Offa besucht mit Baumeister und Bauverwalter eine Baustelle um 1250 [Quelle: Binding 2004].....	80
<i>Abbildung 20: Kapazitäten Westminster Abbey Hochsommer 1253 [Quelle: Binding 1993].....</i>	82
Abbildung 21: Organisation gotischer Kathedralbau im Mittelalter	83
Abbildung 22: Organisation der polytechnischen Schule in Wien um 1850 [Quelle: Kurrer 2003].....	91
Abbildung 23: Bau von Mietskasernen in Berlin um 1875 [Quelle: Kaiser 1980].....	93
Abbildung 24: Organisation der Baufirma Holzmann 1876 [Quelle: Pohl 1999]....	94
Abbildung 25: Produktion im Baugewerbe EU [Quelle Eurostat 2010].....	104
Abbildung 26: Wachsende Komplexität und Dynamik [Quelle: Bleicher 1991] ...	108
Abbildung 27: Gründe für die höhere Komplexität von Bauprojekten [Quelle: Seefeldt 2001]	109
Abbildung 28: Schnittstellenhäufigkeit im Projektverlauf [Quelle: Frühauf 1998]	112

Literaturverzeichnis

Internetquellen:

abfallwirtschaftsportal. Abgerufen am 13. April 2010 von www.abfallwirtschaft-portal.de

bau-holz. Abgerufen am 29. Juli 2010 von <http://www.bau-holz.at>

Bauinnung. Abgerufen am 25. Juni 2010 von www.bauinnung.at

Bergner, T. *web.archive*. Abgerufen am 28. Juli 2010 von <http://web.archive.org>

Fraunhofer IRB. Abgerufen am 23. Juni 2010 von www.irbdirekt.de

Friedrich-Ebert-Stiftung. Abgerufen am 26. Juni 2010 von www.fes.de

Müllerscience. Abgerufen am 11. Juni 2010 von www.muellerscience.com

oberpinzgau. Abgerufen am 28. Juli 2010 von <http://www.oberpinzgau.de>

oegb. Abgerufen am 29. Juli 2010 von <http://www.oegb.at>

Poprawka. Abgerufen am 26. Juni 2010 von www.poprawka.de

retrobibliothek. Abgerufen am 26. Juni 2010 von www.retrobibliothek.de

statistik austria. Abgerufen am 2. August 2010 von <http://www.statistik.at>

Stuck und Dielen. Abgerufen am 14. Juni 2010 von www.stuck-und-dielen.de

Bücher:

Andics, H. (1981). *Gründerzeit*. Wien.

Ashby, W. R. (1970). *Einführung in die Kybernetik*. Gloucester.

Beatge, J. (1983). *Kybernetik und Management*. Münster.

Beck, F. (2001). *Strukturwandel in den Gewerkschaften*. Norderstedt.

Beer, S. (1962). *Kybernetik und Management*. London.

Beer, S. (1972). *Kybernetische Führungslehre*. Middlesex.

Binding, G. (1993). *Baubetrieb im Mittelalter*. Darmstadt.

Binding, G. (2004). *Meister der Baukunst. Geschichte des Architekten- und Ingenieurberufs*. Darmstadt.

Boockmann, H. (2007). *Einführung in die Geschichte des Mittelalters*. München.

Booz, P. (1956). *Der Baumeister der Gotik*. München, Berlin.

Brandenberger, J. (1996). *Projektmanagement im Bauwesen*. Zürich.

Bruss, S. (1999). *Das Werk des Architekten Ludwig Maier (1848-1915)*. Kiel.

Campbell, J. u. (2003). *Eine Architekturgeschichte - Von den Anfängen bis zur Gegenwart*. Knesebeck.

Cube, F. (1967). *Was ist Kybernetik?* Bremen.

DIN. (1980). *DIN 69901*. Berlin.

Dopsch, A. (1968). *Naturalwirtschaft und Geldwirtschaft in der Weltgeschichte*. Aalen.

Fremdling, R. (1975). *Eisenbahnen und deutsches Wirtschaftswachstum 1840-1879*. Dortmund.

Frick, A. (2004). *Evolutionäres Projektmanagement - Mit neuem Denken zum Projekterfolg*.

Gomez, P. (2002). *Komplexe IT-Projekte ganzheitlich führen: Ein praxiserprobtes Vorgehen*. Bern.

Greiner, O. (2002). *Skript Bauprojektmanagement FH- Kärnten*.

Grote, H. (1996). *Die schlanke Baustelle - Mit Selbstorganisation im Wettbewerb gewinnen*. Berlin.

Grote, H. (2006). *Eine neue Arbeitskultur bringt neues Wachstum*. Holzminden.

Grote, H. (2002). *Kosten senken mit KOPF*. Berlin.

Hobsbawm, E. (2003). *Gefährliche Zeiten. Ein Leben im 20. Jahrhundert*. München.

Isenhardt, I. (1998). *Lernen trotz Chaos - Komplexität kreativ nutzen*.

Jung, H. (2004). *Allgemeine Betriebswirtschaftslehre*. München.

Kalusche, W. (2005). *Projektmanagement für Bauherrn und Planer*. München.

- Kiesewetter**, H. (1989). *Industrielle Revolution in Deutschland 1815-1914*. Frankfurt am Main.
- Koch**, D. (2008). *Neue Ansätze und Entwicklungen im Projektmanagement*. Hamburg.
- König**, H. (2008). *Maschinen im Baubetrieb - Grundlagen und Anwendung*. München.
- Kühn**, G. (1991). *Handbuch Baubetrieb Organisation - Betrieb - Maschinen*. Düsseldorf.
- Kummer**, W. (Zürich). *Projektmanagement, Leitfaden zu Methode und Teamführung in der Praxis*. 1986.
- Kurrer**, K. E. (2003). *Geschichte der Baustatik*. Berlin.
- Lidke**, H. D. (Konstanz). *Projektmanagement. Methoden, Techniken und Verhaltensweisen*. 2007.
- Lyotard**, J.-F. (1979). *Das postmoderne Wissen*.
- Malik**, F. (St. Gallen). *Strategie des Managements komplexer Systeme*. 2003.
- Malik**, F. (2004). *Systemisches Management. Evolution, Selbstorganisation*. St. Gallen.
- Martino**, R. (1964). *Projectmanagement and Control - Finding the critical path*. New York.

Matzke, H. (1967). *Geleitwort zu "Kybernetische Systeme im Bauwesen" von V.I. Rybalskij.*

Patzak, G. (1982). *Systemtechnik.*

Petsch, j. (1983). Zum Wohnungsbau der 50-er Jahre in der Bundesrepublik Deutschland. 3. *Bauhauskolloquium.* Weimar: Hochschule für Architektur und Bauwesen.

Pierenkemper, T. (2007). *Gewerbe und Industrie im 19. und 20. Jahrhundert.* München.

Pohl, M. (1999). *Philipp Holzmann: Die Geschichte eines Bauunternehmens 1849-1999.* München.

Rinza, P. (1998). *Projektmanagement Planung und Steuerung von technischen und nicht technischen Vorhaben.* Heidelberg.

Saynisch, M. (2005). *Projektmanagement 2. Ordnung (PM-2) - Management im Zeitlater hoher Komplexität und radikaler Veränderungen.*

Schröder, H. (1970). *Projekt - Management.* Wiesbaden.

Seefeldt, M. (2001). *Projektmanagement im Auf-Bau.* Hamburg.

Seeling, R. (1995). *Unternehmensplanung im Baubetrieb.*

Sommer, H. (1998). *Projektmanagement im Hochbau.* Stuttgart.

Syben, G. (1999). *Die Baustelle der Bauwirtschaft.*

Ulrich, P. (1984). *Management - Eine konzentrierte Einführung*. Bern, Stuttgart.

Vahs, D. (2001). *Organisation - Einführung in die Organisationslehre*. Stuttgart.

Vester, F. (2002). *Die Kunst vernetzt zu Denken*. München.

von Padberg, L. (1998). *Die Christianisierung Europas im Mittelalter*. Ditzingen.

von Saldem, A. (1995). *Häuserleben - Zur Geschichte städtischen Arbeiterwohnens vom Kaiserreich bis heute*. Berlin.

Wehler, H. U. (1988). *Bürger, Arbeiter und das Problem der Klassenbildung 1800-1870*. München.

Wöhge, G. (1990). *Einführung in die allgemeine Betriebswirtschaftslehre*. München.

Würtz, M. (1999). *Grundlagen des Projektmanagements mit dem Schwerpunkt Netzplantechnik*.

Anhang

Anhang