

# Systems Engineering und Projektmanagement in Deutschland

Manfred Saynisch

## 1 Einleitung und Zusammenfassung

Die Idee, dieses Thema zu bearbeiten, entstand bei Gesprächen mit Fachleuten aus den USA anlässlich des INTERNET-Kongresses 1979 in Garmisch, wobei die Bedeutung eines effektiven Systems Engineering (SE) in frühen Phasen, zur Vermeidung größerer Fehlschläge in der späteren Projektrealisierung, im Vordergrund stand. Auf die Frage an den Autor, wie denn das Konzept des SE und seines Managements in Deutschland aussehe – aufgrund des hohen technischen Standards müsste ja so etwas bei uns existieren –, konnte unmittelbar nicht geantwortet werden, da so geschlossene Konzepte, wie sie in den USA existieren (aber auch nicht zufriedenstellend angewandt werden), nicht bekannt waren. Die Antwort wurde dann mit einer Präsentation auf dem PMI/INTERNET Joint Symposium 1981 in Boston (USA) [32] gegeben. Der folgende Text stellt eine überarbeitete Fassung des Vortrags dar.

Es wird das Verständnis des Systems Engineering und seines Managements in den USA dargelegt und die Einordnung in ein allgemeines, integriertes Modell des Projektmanagements diskutiert. Ansätze eines SE im deutschen Sprachraum werden vorgestellt und nach bestimmten Kriterien verglichen. Das augenblickliche Verständnis von Projektmanagement in Deutschland wird aufgezeigt, und die soziokulturellen Einflüsse, die zu einer unterschiedlichen Entwicklung des Verständnisses geführt haben, werden ausgewiesen. Anforderungen für die Beeinflussung einer zukünftigen Entwicklung werden aufgestellt und das wissenschaftstheoretische Paradigma des übergeordneten allgemeinen Projektmanagementmodells mit seinem SE-Management-Teil wird erläutert.

## 2 Systems Engineering und Projektmanagement in einem integrierten Modell

### 2.1 Begriffe und geschichtliche Entwicklung

Die Begriffe (einschl. Übersetzungen) in Verbindung mit System werden außerordentlich unterschiedlich und damit auch missverständlich verwendet. Die Ursachen mögen zum Teil in der sehr allgemeinen Auslegung des Begriffs „System“ liegen, der somit praktisch auf alles, was es gibt, angewandt werden kann. So ist es notwendig, zu Beginn der Ausführungen sich über die Begriffsinhalte Klarheit zu verschaffen.

Der Begriff „Systems Engineering“ (SE) wurde zuerst benutzt im Jahre 1950 von den Bell Laboratories für ihre Arbeiten im Zusammenhang mit der Entwicklung neuer Waffensysteme, während die RAND-Corporation 1946 für diesen Problembereich den Begriff „System Analysis“

anwandte. Im deutschen Sprachraum hat sich nun der Begriff „Systemtechnik“ gebildet, der oft als Übersetzungsbegriff von SE benutzt wird [1]. Auch wird SE mit technischer Systemanalyse übersetzt, vor allem dann, wenn sich auf die Gestaltung technischer Systeme beschränkt wird und Elemente des Handlungsvollzuges, zum Beispiel des Projektmanagements, nicht eingeschlossen sind.

Der Begriff Systemtechnik schließt meist den Handlungsablauf mit ein, sodass hier auch oft von Systemmanagement [2] oder Systemführung gesprochen wird. Systemanalyse wird auch als dem SE hierarchisch übergeordnet verstanden, wenn eine Ausdehnung über das reine Sachsystem hinaus auf die Gestaltung sozioökonomischer Systeme gegeben ist [1, 6]. Der Unterordnung des Begriffes „Projektmanagement“ unter den Begriff des SE [5] soll nicht gefolgt werden.

Bedeutsamer ist die Einteilung in drei Systemklassen [3, 4], in

- das Sachsystem, das mit dem materiellen oder Objektsystem identisch ist,
- das Handlungssystem, das als prozessuales System dem Projekt entspricht und damit auch das Projektmanagement umfasst, und
- das Zielsystem als geordnete Menge der gewünschten Systemeigenschaften. Das Zielsystem kann als Regler des Handlungssystems aufgefasst werden, das wiederum der Regler des Sachsystems sein kann.

Systemanalyse soll nun hier mehr als Stufe einer Informationsgewinnung aufgefasst werden [3]. Dagegen ist SE als Planung und Entwurf von Sachsystemen (vor allem technischen Systemen) zu verstehen [1, 6] und damit auch dem Handlungssystem zuzuordnen. Systemtechnik sollte dann sinnvoller mehr als Denkweise verstanden werden. SE gehört somit zu dem gestalterischen Teil des Handlungssystems, während das

### Anmerkungen zu diesem Beitrag

Aus den 17 „Beiträgen zur Jahrestagung 1983“ habe ich einen Artikel von Manfred Saynisch ausgewählt. Der Autor hat die Entwicklung der Zeitschrift als Redaktionsbeirat und Redakteur über viele Jahre begleitet und sich dabei an der Schnittstelle zwischen Projektmanagement und „technischem Management“ zum Beispiel im Systems Engineering, Konfigurationsmanagement und Product Data Management über 30 Jahre besonders engagiert. Viele seiner Beiträge sind in dieser Zeitschrift erschienen, sodass hier er, als langjähriger Mitstreiter in der Verbreitung des Projektmanagement-Gedankenguts, an die ersten Anfänge der Zeitschrift und der PM-Foren zurückführt.

Dietmar Lange

Projektmanagement den Lenkungsteil des Handlungssystems darstellt. SE-Management ist dann der Teil des Projektmanagements, der den SE-Prozess koordiniert.

## 2.2 Das Verständnis von Systems Engineering und System Analysis in den USA

Um die Ursprünglichkeit der Aussagen beizubehalten, werden einige Definitionen im englischen Original wiedergegeben:

### 2.2.1 Systems Engineering (SE)

SE is assured to deal only with physical components; that is, it deals with the integration of components and sub-components into a total product such as a computer or missile ... Moreover, Systems Engineering can be defined as making useful an array of components designed to accomplish a particular objective according to plan. This approach implies the interaction of more than equipment. It suggests the development of a man-machine system which could function as a task oriented assemblage [7].

SE is the process of selecting and synthesizing the application of the appropriate scientific and technological knowledge in order to translate system requirements into a system design, and, subsequently to produce the composite of equipment, skills and techniques and to demonstrate that they can be effectively employed as a coherent whole [8].

SE is the process of translating operational requirements into engineering functional requirements and subsequently expanding these functional requirements into detailed equipment and service end item design requirements. This process involves:

- Analysing system performance requirements
- Performing system level trade-off studies
- Synthesizing alternative system design solutions by employing various combinations of equipment and service end items
- Selecting the preferred candidate configuration which best meets performance and cost-effectiveness criteria [8].

Die hier aufgezeigten Tätigkeiten entsprechen dem in der Literatur immer wieder aufgezeigten „Generalized Systems Engineering Process“ (Abb. 5).

Systems engineering or the engineering of a total system encompasses the transformation of a specific need of objective into a configuration, descriptions and specification of a system that meets that need ... The major output of this process are the hierarchy of specifications, a major portion of the work breakdown structure (WBS) and other technical documentations [9].

### 2.2.2 Systems Engineering-Management (SEM)

SEM is concerned with monitoring and controlling the process of deriving and producing a coherent system design to achieve stated operational requirements. It involves exercising and overview of the engineering design and development process to ensure, that the inter-related roles of all necessary design disciplines and

engineering functional areas are effectively utilized for satisfying total design requirements [8].

SEM is the combination of management actions necessary to control and document the engineering-effort directed toward meeting total system requirements. Its basis should be a SEM-plan ... of particular importance are the design review program, analysis of design and system impact of changes [9].

### 2.2.3 System Analysis (SA)

SA is most meaningfully employed to describe the class of studies which are concerned with determining whether all facets of a complex system can or will contribute to the achievement of its intended operational purpose with desired economy of design and support. The purpose of system analysis is to ensure

- that the big picture is clearly understood,
- that a clear-cut relationship is established between the need and the design and
- that the achievement is related to purpose [8].

## 2.3 Aufgaben und Verfahren des SE

SE ist somit in zwei Aspekten definiert:

- begrenzt auf ein reales (technisches Produkt) und
- erweitert auf Mensch-Maschine-Systeme (sozioökonomisch-technische Systeme).

Doch in den meisten Fällen der praktischen Anwendung ist die Begrenzung auf technische Systeme vorherrschend. SE und SA werden als unabhängige Begriffe aufgefasst, die sich ergänzen (Abb. 1).

Für das SE wurden Aufgaben und Verfahren entwickelt, die jedoch nur allgemein beschrieben sind und sehr problemabhängig variiert und detailliert werden müssen (Abb. 2, 3, 4).

Alle diese Verfahren sind dem Basisprozess (Abb. 5) zugeordnet, einem Problemlösungsprozess, der in den verschiedenen Phasen immer wieder mit unterschiedlichen Schwerpunkten durchlaufen wird [4] (Abb. 1).

Die Arbeiten innerhalb des SE-Prozesses müssen geplant, angewiesen und überwacht werden. Die dazu nötigen Techniken und Verfahren ergeben das Konzept

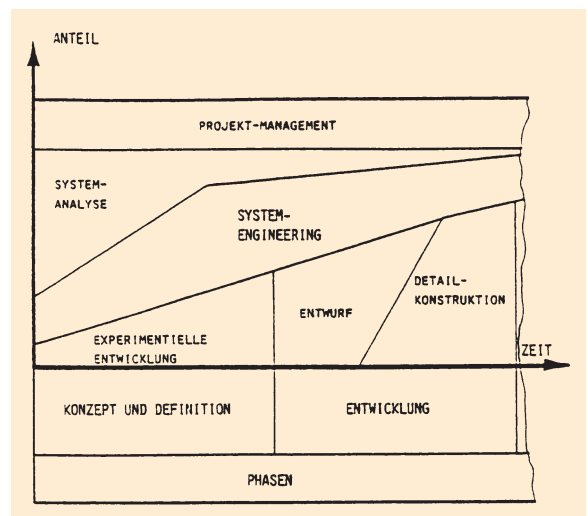


Abb. 1: Das Umfeld des Systems Engineering [2]

Der Systems Engineering-Prozess
<input type="checkbox"/> Mission requirement analysis
<input type="checkbox"/> Functional analysis
<input type="checkbox"/> Allocation
<input type="checkbox"/> Synthesis
<input type="checkbox"/> Logistic engineering
<input type="checkbox"/> Logistic support analysis
<input type="checkbox"/> Maintenance engineering analysis
<input type="checkbox"/> Repair level analysis
<input type="checkbox"/> Logistic support modeling
<input type="checkbox"/> Life cycle cost analysis
<input type="checkbox"/> Optimization
<input type="checkbox"/> Trade-off studies
<input type="checkbox"/> System/cost effectiveness analysis
<input type="checkbox"/> Effectiveness analysis modeling
<input type="checkbox"/> Production engineering analysis
<input type="checkbox"/> Generation of specification

Abb. 2: Der Systems Engineering-Prozess [10]

Die Verfahren des Systems Engineering-Prozesses
<input type="checkbox"/> Problem definition <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Physical, technological. Economic, business and social environment</li> <li>■ Needs research</li> </ul>
<input type="checkbox"/> Decision making/choosing objectives <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Economic and psychological theory of value</li> </ul>
<input type="checkbox"/> Systems synthesis and analysis <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Block diagrams</li> <li>■ Flow graphs</li> <li>■ Signal flow graphs</li> <li>■ Network analysis</li> <li>■ Analog computer programming</li> <li>■ Input/output model</li> <li>■ Functional design</li> <li>■ Psychological aspects</li> </ul>

Abb. 3: Die Verfahren des Systems Engineering-Prozesses [11]

des Systems Engineering-Managements (SEM). Eines der wesentlichen Werkzeuge ist der SEM-Plan (Abb. 6).

Für die Abwicklung großer staatlicher Projekte wurden umfangreiche und detaillierte Verfahren erarbeitet [12]. Doch diese ausgefeilten Schemen erwiesen sich als zu starr und bürokratisch, wurden als aufgepfropft behandelt und harmonisierten nicht mit dem eigentlichen Engineering-Prozess bei der realen Abwicklung. Als praktischer und flexibler wurde die Anwendung von Checklisten angegeben [8], die branchen- und problembezogen sind.

Ausgewählte Verfahren. Methoden und Aufgaben des Systems Engineering
<input type="checkbox"/> Definition and identification of functional requirements and characteristics identification of performance requirements
<input type="checkbox"/> Criteria and standards for evaluation
<input type="checkbox"/> Trade-off studies
<input type="checkbox"/> Performance effectiveness (operability, maintainability, safety, reliability)
<input type="checkbox"/> Flow charting
<input type="checkbox"/> Schematic block diagrams
<input type="checkbox"/> Cost effectiveness studies/life cycle costs
<input type="checkbox"/> System definition
<input type="checkbox"/> Integrated test program objectives
<input type="checkbox"/> System-test and evaluation for verification
<input type="checkbox"/> Test requirement analysis
<input type="checkbox"/> Technical performance measurement

Abb. 4: Ausgewählte Verfahren. Methoden und Aufgaben des Systems Engineering [8]

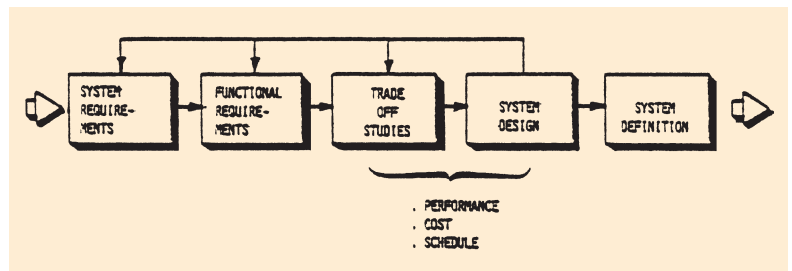


Abb. 5: Basisprozess des Systems Engineering

Systems Engineering-Managementplan
<input type="checkbox"/> TECHNICAL PROGRAM PROGRAM PLANNING AND CONTROL <ul style="list-style-type: none"> <li>■ ORGANIZATIONAL RESPONSIBILITIES</li> <li>■ PLANS AND SCHEDULES FOR DESIGN AND TECHNICAL PROGRAM REVIEWS</li> <li>■ CONTROL METHODS AND LEVEL OF CONTROL</li> </ul>
<input type="checkbox"/> SYSTEMS ENGINEERING PROCESS <ul style="list-style-type: none"> <li>■ DETAILED DESCRIPTION AND SPECIFIC TAILORING</li> <li>■ PROCEDURES TO BE USED</li> <li>■ TRADE-STUDY METHODS</li> <li>■ TYPES OF MATHEMATICAL/SIMULATION MODELS</li> <li>■ GENERATION OF SPECIFICATION</li> </ul>
<input type="checkbox"/> ENGINEERING SPECIALTY INTEGRATION <ul style="list-style-type: none"> <li>■ ACHIEVE THE BEST MIX OF THE TECHNICAL/PERFORMANCE VALUES IN SPECIALTY AREAS</li> </ul>
<input type="checkbox"/> CONTRACTUAL PROVISIONS
<input type="checkbox"/> NON-CONTRACTUAL PROVISIONS
<input type="checkbox"/> REVIEWS OF ENGINEERING MANAGEMENT

Abb. 6: Systems Engineering-Managementplan [10]

## 2.4 Systems Engineering-Management als Teil des integrierten Projektmanagementmodells

SE-Management ist, wie vorher ausgeführt, als Teil eines umfassenden Projektmanagements anzusehen. Dieses Projektmanagement überzieht die folgenden Bereiche [9, 13, 14]:

- Technisches Management
    - Engineering und Konstruktion, einschließlich SE
    - Produktion und Beschaffung
    - Montage und Baustelle
    - Versuche, Inbetriebnahme, Abnahme
  - Projekt-Controlling
    - Termine, Kapazitäten, Kosten
    - Arbeitsanweisungen, Auftragswesen
  - Projekt-/Produkt-Support-Management
    - Qualitätssicherung
    - Wartung, Zuverlässigkeit, Sicherheit
  - Koordination der technischen Dokumentation
    - Konfigurationsmanagement
    - Daten und Dokumentationsmanagement
  - Koordination des Vertragswesens
  - etc.
- die von den Gebieten
- Strukturorganisation (Aufbauorganisation)
  - Projektstrukturplanung (Projektzielplanung)
  - Projektphasen (ablaufstrategische Gestaltung, Lebensphasen)
- durchdrungen und in den Funktionen
- Planung, Steuerung (Anweisung) und Kontrolle durchgeführt werden.

SE und sein Management spielen vor allem in den frühen Phasen eine wichtige Rolle, da sie den wesentlichen Teil der technischen Arbeiten überziehen (Abb. 1). Und wenn als gesichert angesehen werden kann, dass Fehler, die in frühen Phasen entstehen, eine besonders hohe Wirksamkeit zeigen [15, 18], kann die Bedeutung eines SE und seines effektiven Managements nicht genug betont werden.

Ein entsprechend koordiniertes und durchgeführtes SE liefert eine gute Basis für das

- Projekt-Controlling
- Projekt-/Produkt-Support-Management und die
- Koordination der technischen Dokumente.

SE und das zugehörige Management sollten daher durchaus als eigenständige Ingenieurdisziplin verstanden werden; wie auch das Projektmanagement insgesamt in der oben skizzierten Form als eigenständige Disziplin der Wirtschaftswissenschaften, bzw. zwischen den Wirtschafts- und Ingenieurwissenschaften liegend, zu betrachten ist [13].

## 3 Systems Engineering-Ansätze bzw. -Konzepte in Deutschland

### 3.1 Generelles

In den letzten ein bis zwei Jahrzehnten ist im deutschen Sprachraum eine Reihe von Konzepten bzw. Ansätzen zum SE entstanden, manchmal ohne den Begriff oder eine ähnliche Bezeichnung (vgl. 2.1) überhaupt zu benutzen. Dargestellt und analysiert werden die Konzepte

- des VDI (Konstruktionsmethodik),
- der ETH-Zürich (Systems Engineering),
- der TU Berlin (Systemtechnik),
- der WIM (Systemanalyse und Systemmanagement),
- des Anlagenbaus.

In den Bereichen der

- Waffensysteme,
- Luft- und Raumfahrt,
- Elektronischen Datenverarbeitung (Hardware und Software)

ist SE durchaus kein Fremdwort, da diese Branchen sich sehr stark an den Verfahren in den USA bzw. im englischen Sprachraum orientieren. Der Anwendungsgrad ist hier somit abhängig von der Intensität der Anpassung an die Techniken in den USA bzw. dem englischen Sprachraum. Die Techniken werden meist isoliert angewandt, das heißt, die Streuwirkung auf andere Bereiche ist gering. Diese Bereiche sollen im Folgenden auch nicht näher behandelt werden.

Doch bei der elektronischen Datenverarbeitung sei noch bemerkt, dass hier ein hoher Stand eines systematischen Engineerings in den frühen Phasen einer Entwicklung vorhanden ist. Bei der Hardware zeigen dies alleine schon die Stellenausschreibungen in den Zeitungen.

Bei der Software ist der Begriff des Software Engineering durchaus geläufig und ausgefeilte, problembezogene Verfahren und Methoden sind entwickelt und erprobt [16, 17, 18]. Schlagworte wie Top-down-/Bottom-up-Strategien, SADT (Structured Analysis and Design Technique), PSL (Problem Statement Language), SREM (Software Requirements Engineering Methodology) mögen dies verdeutlichen.

## 3.2 Das Konzept des VDI (Konstruktionsmethodik) [19, 20, 21]

### 3.2.1 Geschichte

- 1875 Erster methodischer Ansatz von Releaux in seinem Buch „Theoretische Kinematik – Grundzüge einer Theorie des Maschinenwesens“
- 1930/ Weiterführung des Releaux'schen Ansatzes – Ausdehnung auf elektrische Bereiche (Kutzbach, Franke)
- 1951 Kosten in der Konstruktion/technisch-wirtschaftliches Konstruieren (Kesselring)
- 1966 Morphologischer Kasten (Zwicky)
- 1970 Logische Funktionsstruktur/physikalische Effekte (Rodenacker)
- 1974 VDI-Richtlinie Nr. 2222 Konstruktionsmethodik [20]

### 3.2.2 Grundsätzliche Merkmale

- Vorgehensplan für die Produktentwicklung (Abb. 7)
- Funktionsstrukturen (Abb. 8) mit den Elementen Stoff- bzw. Materialfluss ( $m^3/s$ ,  $kg/s$ ), Energiefluss (Joule/s), und Signalfluss
- Suche nach Lösungsprinzipien zum Erfüllen der Funktionen und Auswahl (z. B. Morphologischer Kasten, Abb. 8)
- Erarbeitung von Konzeptvarianten und deren technisch-wissenschaftliche Bewertung

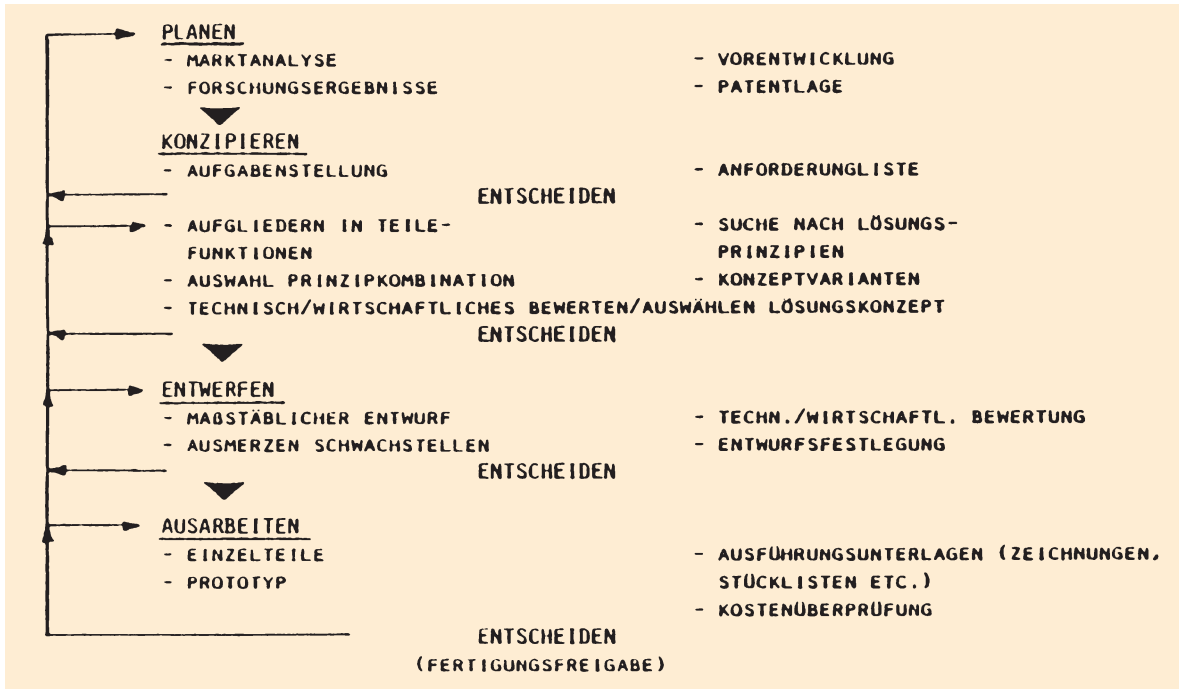


Abb. 7: Vorgehensplan für die Produktentwicklung [20]

### 3.2.3 Spezielle Charakteristiken bzw. kritische Wertung

- Begrenzt auf Produktentwicklung (d. h. einfache Systeme, wie z. B. Pumpe, Motor etc.).
- Verifikation durch Tests (Komponenten- und Systemtest) nicht eindeutig ausgeprägt.
- Hauptsächlich maschinenbauorientiert, doch auch Anwendungen in der Nachrichtentechnik bekannt.
- Das Konzept der Lebensphasen und das der Life Cycle Costs werden nicht berücksichtigt.
- Technical Performance Measurement-Konzepte werden nicht berücksichtigt.
- Interface-Systematik und Konfigurationssteuerungsgesichtspunkte werden nicht berücksichtigt.

### 3.2.4 Verhältnis zum Projektmanagementkonzept und Systems Engineering (USA)

Es ist keine Beziehung zum Projektmanagementkonzept sowie keine Definition von eindeutigen Dokumenten als Basis einer Steuerung durch das Management vorhanden. Die Entwicklung dieser Konstruktionsmethodik geschah anscheinend (aus der Literatur ist kein anderer Hinweis zu entnehmen) unabhängig von der Entwicklung des Systems Engineering in den USA, obwohl in der methodischen Vorgehensweise Gemeinsamkeiten vorhanden sind, vor allem bei der Herausstellung der Bedeutung einer funktionellen Strukturierung bzw. Analyse. Die Ähnlichkeiten der Funktionsstrukturierung zu den SADT-Diagrammen beim Software Engineering sind verblüffend.

### 3.2.5 Anwendungen

Genügend Anwendungen in einem breiten Spektrum werden beschrieben [19, 21].

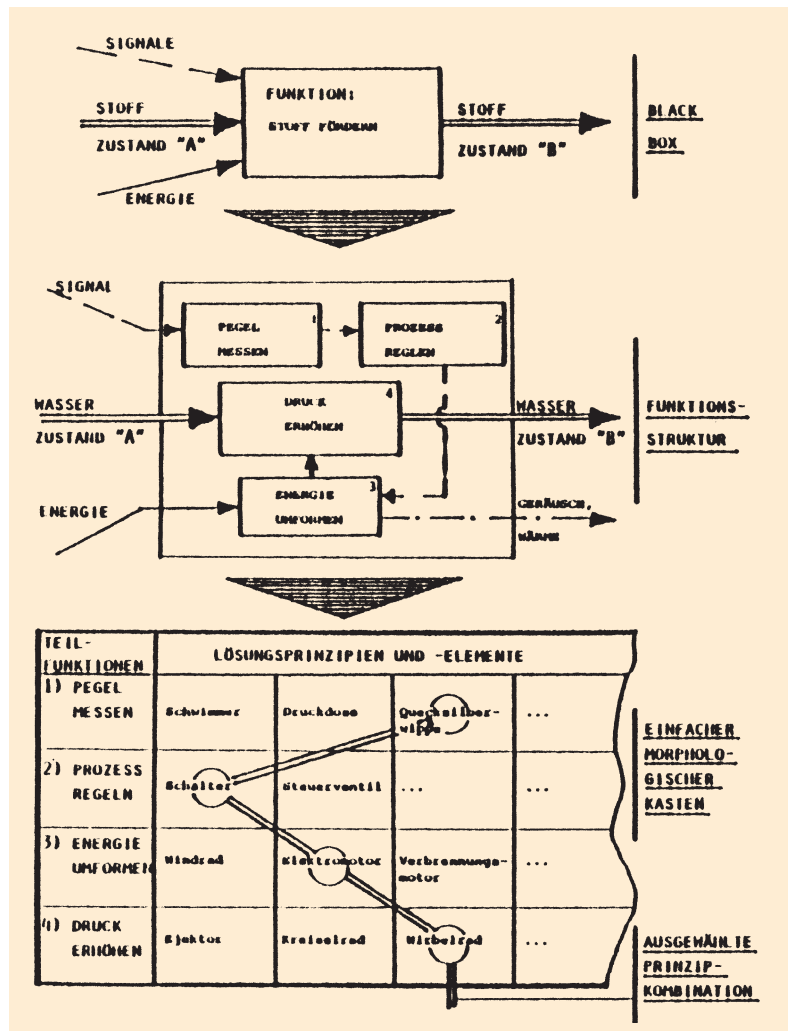


Abb. 8: Konstruktionsmethodik bei der Entwicklung einer Wasserpumpe [20]

### 3.3 Das Konzept der ETH Zürich [5]

#### 3.3.1 Geschichte

Entstanden 1974/77 auf der Basis von Hall (1962) [11], Chestnut (1967) [22] und Büchel (1969) [23].

#### 3.3.2 Grundsätzliche Merkmale

- Erweiterung des engen technischen/technokratischen Rahmens von Hall und Chestnut, indem auch Probleme sozioökonomischer Art berücksichtigt wurden.
- Hauptsächliche Bestandteile (Abb. 9):
  - Systemdenken (geschlossene, offene, dynamische Systeme, Systemhierarchien und -strukturen, Umwelt- und Systemabgrenzung)
  - Vorgehensmodell – Problemlösungszyklus in Verbindung mit den Lebensphasen eines Systems (Projekte), (Abb. 10) [4, 5]
  - Systemgestaltung
  - Situationsanalyse
  - Zielformulierung
  - Synthese und Analyse
  - Bewertung und Entscheidung
- Projektmanagement
  - Funktionelles und institutionelles PM

#### 3.3.3 Spezielle Charakteristiken bzw. kritische Wertung

Das Konzept hat mehr allgemeingültigen Charakter und wird auf einer hohen Abstraktionsstufe dargestellt. Daher gibt es wenig Hilfestellung für die praktische Anwendung mit ihren problemspezifischen Interpretationen und Anpassungen. Detaillierte Vorgehensweisen, wie sie zum Beispiel das Konzept des VDI oder auch das WIM-Konzept wiedergibt, sind nicht vorhanden.

#### 3.3.4 Verhältnis zum Projektmanagementkonzept und Systems Engineering (USA)

- Projektmanagement wird als Unterbegriff des SE verstanden, was dem Konzept in Kapitel 2.3 widerspricht.
- Die Begriffsinhalte von Projektmanagement überziehen nur die Bereiche (vgl. 2.3)
  - Projekt-Controlling
  - Strukturorganisation.
- Bereiche des technischen Managements werden nicht erwähnt.
- Für das definierte Projektmanagement werden keine detaillierten Vorgehensweisen dargelegt.

#### 3.3.5 Anwendung

Ein Fallbeispiel ist beschrieben (Flughafenplanung) [5]. Weitere Informationen sind nicht vorhanden.

### 3.4 Das Konzept der TU Berlin

#### 3.4.1 Geschichte

Seit 1970 stellt die TU Berlin (Brennpunkt Systemtechnik) in Seminaren ihr Konzept vor. Seit Ende der 70er-Jahre wurden kaum noch Seminare durchgeführt.

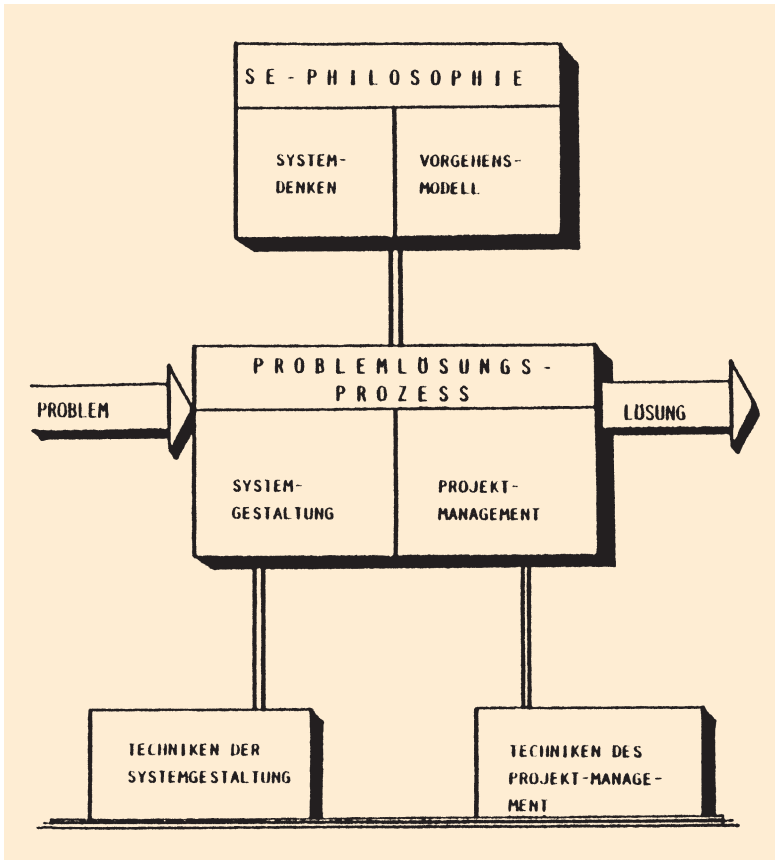


Abb. 9: Systems Engineering – Das SE-Männlein [5]

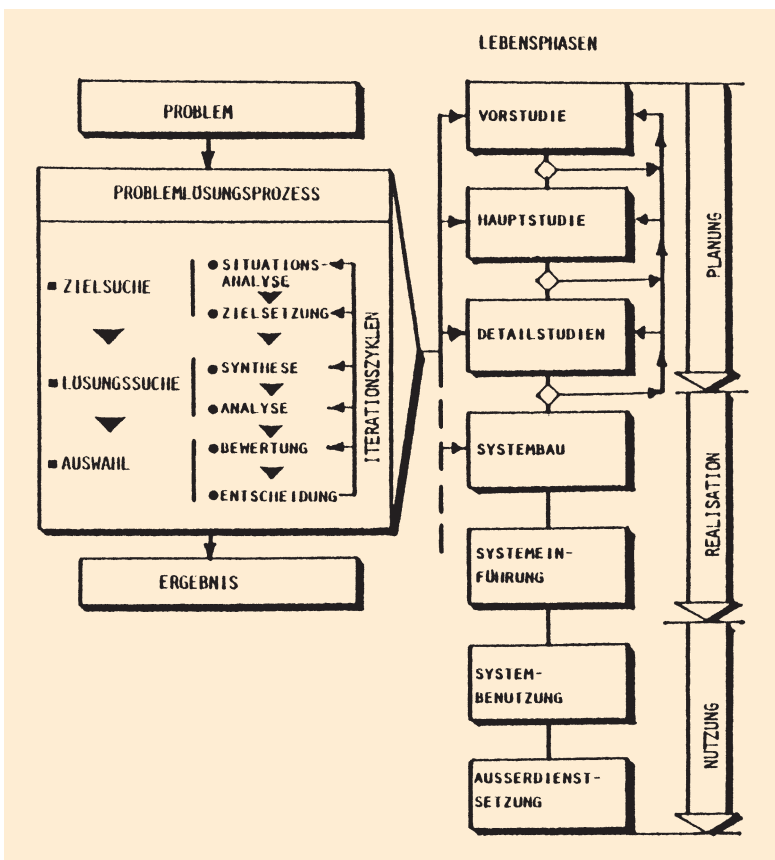


Abb. 10: Problemlösungszyklen und die Lebensphasen [4, 5]

### 3.4.2 Grundsätzliche Merkmale

- Berücksichtigung von sozioökonomischen und großtechnischen Problemen steht im Vordergrund
- Verbindung des allgemeinen Problemlösungsprozesses mit den Lebensphasen eines Systems, ähnlich wie beim ETH-Konzept (Abb. 10) [4]
- Wesentliche Berücksichtigung des Konzeptes von Hall [11]
- Entwicklung der Nutzwertanalyse (Zangemeister) als eigenständige Methodenentwicklung, d. h. kein Vorbild, auch nicht in den USA

### 3.4.3 Besondere Charakteristiken bzw. kritische Wertung

Das TU-Konzept wird nicht als geschlossenes Konzept, wie zum Beispiel das ETH-Konzept, dargestellt, hat jedoch mit diesem die Allgemeingültigkeit und damit die hohe Abstraktionsstufe gemeinsam.

### 3.4.4 Verhältnis zum Projektmanagementkonzept und Systems Engineering (USA)

Projektmanagementkonzepte werden behandelt, jedoch werden Zusammenhänge zwischen PM-Modellen, SEM und SE nicht hergestellt. Ein SEM-Konzept im eigentlichen Sinne wird nicht entwickelt. Die PM-Konzepte beschränken sich (wie bei dem ETH-Konzept) auf die Bereiche des Projekt-Controlling und der Strukturorganisation. Systemanalyse, in eng begrenztem Sinne, steht im Vordergrund.

### 3.4.5 Anwendung

Dieses Konzept forcierte aufgrund der Verbreitung durch viele Seminare das Verständnis und die dazugehörige Aufnahmebereitschaft für das systemtechnische Denken im deutschsprachigen Raum.

Das entwickelte Verfahren der Nutzwertanalyse bildete die Basis für Anpassungsentwicklungen problembezogener Bewertungsverfahren und ihre vielfältigen Anwendungen.

## 3.5 Das Konzept der WIM [2]

### 3.5.1 Geschichte

Das Konzept entstand 1971/72 durch eine Arbeitsgruppe bei der Wirtschaftsvereinigung industrieller Meerestechnik (WIM). Die Arbeiten dieser Gruppe orientierten sich stark an den Erfahrungen in der Wehrtechnik sowie Luft- und Raumfahrt (in der Bundesrepublik Deutschland wie in den USA). Das Ziel war, eine Übertragung der Verfahren und Anwendungserfahrungen auf die meeres-technischen Großprojekte zu fördern.

### 3.5.2 Grundsätzliche Merkmale

- Besondere Berücksichtigung des Einflusses der Lebensphasen
- Ausgelegt auf großtechnische Systeme
- Berücksichtigung der Methoden und Verfahren, wie in 2.2 dargelegt

- Gleichwertige Berücksichtigung von SE, Techniken und Projektmanagementverfahren. Vorgenommene Begriffsbildung:
  - Systemtechnik
  - Systemanalyse (als Darstellung des SE gem. 2.2)
  - Systemmanagement (als Darstellung der PM-Verfahren)
  - Produktsicherung (Qualitätssicherung)

### 3.5.3 Besondere Charakteristiken bzw. kritische Wertung

Die SE-Verfahren sind nicht so detailliert ausgearbeitet wie beim VDI-Konzept, jedoch weitaus praxisnäher behandelt als beim ETH-Konzept.

### 3.5.4 Verhältnis zum Projektmanagementkonzept und Systems Engineering (USA)

Klare Abgrenzung zwischen den Begriffen und Aufgaben des Systems Engineering (Systemanalyse) und dem Projektmanagement – im Gegensatz zum ETH-Konzept. Das dargestellte PM-Konzept geht, anders als beim ETH- und TU-Konzept, über die Bereiche Projekt-Controlling und Strukturorganisation hinaus und behandelt auch die Konfigurationssteuerung, Qualitätssicherung und das Vertragswesen.

### 3.5.5 Anwendung

Keine Anwendung ist bisher bekannt geworden.

## 3.6 Situation im Großanlagenbau [26, 27, 28]

### 3.6.1 Geschichte

Historische Entwicklung nicht bekannt. Es existiert Stand der Technik. Verfügbare öffentliche Publikationen erst in den letzten drei bis vier Jahren. Entwicklung vermutlich forciert durch den weltweiten Boom im Großanlagenbau in den 70er-Jahren.

### 3.6.2 Grundsätzliche Merkmale

Keine einheitliche Bezeichnung, zum Beispiel

- Basic-Design
- Project-Design
- Gesamtplanung
- Projekt-Engineering
- Projektprogrammierung

In den letzten Jahren bei internationalen Projekten häufiger die Bezeichnung Systems Engineering.

- Kombinierte Berücksichtigung der Parameter
  - Funktion
  - Raum und Fläche
  - Kosten
  - Fluss (Richtung, Menge)
  - Zeiten
- Übliche Dokumente/Ergebnisse
  - Funktionsdiagramm
  - Spezifikation
  - Layoutplan
  - Fließbilder für Material und Prozess (Verfahren), z. B. R+I-Schema (DIN-Normen für Fließbilder existieren)

### 3.6.3 Verhältnis zum Projektmanagementkonzept und Systems Engineering (USA)

Ausreichender und praxisorientierter Zusammenhang zwischen PM und SEM im Sinne von Kapitel 2.3 gegeben. Internationale Projekte forcierten den Zusammenhang [14], vor allem in den letzten Jahren.

### 3.6.4 Anwendung

Da Stand der Technik wiedergegeben wurde, dürfte Anwendung gewährleistet sein.

## 4 Projektmanagement in Deutschland

### 4.1 Augenblickliche Situation

Im deutschen Sprachraum wird bisher, im Gegensatz zu dem in Kapitel 2.3 dargelegten Konzept, Projektmanagement mit beschränkten Begriffsinhalten versehen. Viele Personen identifizieren den Begriff Projektmanagement mit Netzplantechnik und Matrixorganisation. Personen mit fortgeschrittenem Wissen, bzw. die in einem Projektumfeld arbeiten, verstehen unter Projektmanagement vielleicht

- das Projekt-Controlling (Termine und Kosten),
- die einfachen, projektorientierten Aufbauorganisationsformen (reines PM, Matrixorganisation, Einfluss-PM etc.),
- Projektstrukturplanung,
- Projektphasen.

Beispielsweise wird nicht erkannt, dass das Technische Management, das das SE-Management ja einschließt, eine der Hauptaufgaben des Projektmanagements ist. In vielen Fällen wird dies von den technischen Fachabteilungen selbst durchgeführt, ohne genügend Ausrichtung auf übergeordnete Projektbelange und unter Betonung rein technischer Aspekte.

Das Verständnis, dass Projektmanagement als ein integrierter Bereich zu verstehen ist, der das Projekt-Controlling, Technische Management, Qualitätssicherungsmanagement, Konfigurationsmanagement etc. umfasst und damit als eigenständige Wissenschaftsdisziplin innerhalb der Wirtschaftswissenschaften anzusehen ist [13], ist praktisch nicht einmal in den Anfängen entwickelt. Ausgenommen werden müssen jedoch die Bereiche der Luft- und Raumfahrt, der Waffensysteme sowie der elektronischen Datenverarbeitung.

Auch im Bereich der internationalen Anlagenprojekte, in dem immer mehr der US-Standard vorausgesetzt wird [14], ist eine Änderung der Einstellung zu beobachten.

Begünstigt wurde diese Entwicklung zum einschränkenden Verständnis, indem seitens der Hochschulen und sonstigen Wissenschaftsinstitutionen wenig Unterstützung kam. Es sei hier die Behauptung aufgestellt, dass die Wirtschaftswissenschaften den Bereich des Projektmanagements vernachlässigt haben und sich, wenn überhaupt, nur mit Netzplantechnik und Matrixorganisation beschäftigt haben, also bei ihrem zu schulenden Ingenieur Nachwuchs die vorher beschriebene Auffassung nur forciert haben.

Auch zur Einführung von anfänglich beschränkten Projektmanagementtechniken in den 60er-Jahren haben die Hochschulen wenig beigetragen. Dies geschah vielmehr in Eigenhilfe der Anwender der Industrie, indem zum Beispiel Lerneffekte, die sich aus der Abwicklung staatlicher Projekte aus dem Bereich der Waffensysteme, Luft- und Raumfahrt – die oft in enger Zusammenarbeit mit den USA durchgeführt wurden – genutzt wurden. Ähnliches geschah in der Vergangenheit im Bereich des Produktionsmanagements, wo REFA-Methoden, Stücklistensystematik und Produktionssteuerungstechniken auch weitaus mehr aus der Praxis initiiert wurden.

### 4.2 Soziokulturelle Einflussfaktoren

Die Ingenieurausbildung in den USA ist weitaus höher spezialisiert als in Europa. Die Ausbildung im deutschen Sprachraum ist auf breites Wissen angelegt. Diese Situation förderte in Deutschland eine Sphäre, in der sich der Ingenieur als Generalist fühlt, der seine Arbeit recht autonom durchführen kann, da er glaubt, seine Nachbargebiete zu beherrschen [29].

So fühlt sich ein deutscher Ingenieur, als Bearbeiter eines speziellen technischen Gebietes, auch in der Lage, seine eigene Arbeit zu koordinieren, das heißt mit dem Nachbarbereich abzusprechen und die Übersicht über das Gesamtgebiet (Projekt) zu besitzen. Er braucht dazu keine Formalismen!

Diese Situation führte in der Vergangenheit nur zu geringfügigen Nachteilen, vor allem, wenn die Projekte nicht zu komplex waren. Jedoch mit steigendem Trend zu großen Problemen und Projekten wurden dieser autonomen Sphäre deutliche Grenzen gesetzt. Das Prinzip der USA, Spezialisten durch Spezialisten koordinieren zu lassen, das heißt ein streng formalisiertes Koordinationssystem, das wiederum nur Spezialisten dafür überblicken, erwies sich hier als vorteilhafter.

Dabei ist dem soziokulturellen Einfluss bei der Anwendung von Projektmanagementtechniken bisher viel zu wenig Aufmerksamkeit gewidmet worden. Beispielsweise erbrachten Untersuchungen, dass Länder bzw. kulturelle Gebiete wie die USA und Skandinavien weitaus bessere Voraussetzungen für Anwendungen des Projektmanagements bieten als der deutschsprachige Raum (mit seinen Neigungen zu feinstgegliederten, strengen, statischen Hierarchien mit Widerstand gegen Querschnittsfunktionen), jedoch hier wiederum bessere Bedingungen bestehen als für den romanischen Sprachraum oder gar Lateinamerika [31].

Das soll nicht heißen, dass Projektmanagement nicht in andere Kulturbereiche übertragen werden kann, sondern im Gegenteil; diese Adaption bietet Gelegenheit zur kulturell-ökonomischen Innovation; das heißt Entwicklung von Managementtechniken, die in Sprache sowie Informations- und Entscheidungseigenheit den Denkweisen im eigenen Raum besser entsprechen und damit bis hoch zu den Nahtstellen von politisch-wirtschaftlicher Entscheidungsfindung höhere Transparenz ermöglichen.

Dieser Gegensatz zwischen den unterschiedlichen kulturellen Gebieten förderte das unterschiedliche Verständnis von Projektmanagement [30].

## 5 Ergebniszusammenfassung und Anforderungen für die Zukunft

Es existiert im deutschen Sprachraum eine Anzahl von Ansätzen im Bereich des SE. Der bedeutsamste Ansatz im Hinblick auf praktikable Anwendbarkeit dürfte das VDI-Konzept sein, für das auch genügend Anwendung nachgewiesen werden kann, wenn auch nur im Bereich kleinerer Produkte. Doch dieses Konzept weist kaum Elemente einer Leitungsfunktion bzw. Organisation und Koordinierungsverfahren auf und zeigt keine Nahtstellen zum Projektmanagement.

Das ETH-Konzept zeigt Projektmanagement als eine Untermenge von SE auf, eine Begriffsbestimmung, der wir hier nicht folgen wollen. Das ETH-Konzept wie auch das TU-Konzept bewegen sich auf einer sehr hohen Allgemeingültigkeitsstufe, bringen daher für aktuelle Probleme der Praxis wenig Durchführungshilfe, vielleicht am meisten noch bei Systemen größerer Art, vor allem Systemen mit sozioökonomischem Inhalt.

Es weisen, das VDI-Konzept ausgenommen, alle Konzepte eine mehr oder weniger starke Beeinflussung aus den USA auf. Die Anwendung in den Bereichen der Waffensysteme, Luft- und Raumfahrt, EDV und eigentlich auch die letzte Entwicklung im Großanlagenbau zeigen genügende SE- und SEM-Konzepte auf, die sich jedoch auch an den Entwicklungen in den USA orientieren. Das VDI-Konzept stellt sicherlich eine gute Grundlage dar, ein entsprechendes SEM-Konzept zu entwickeln.

Doch diese Vielseitigkeit verursacht im deutschen Sprachraum, vor allem bei dem unbedarften Neuling, eine Verwirrung, die eine gezielte und wirksame Verbreitung des umfassenden Projektmanagement- und SEM-Konzeptes gewiss nicht fördert. Aufgrund der Ausbildungsart glaubt jeder Konstrukteur auch sein eigener Systemingenieur und Projektmanager zu sein, was das auf Querschnittsaufgaben ausgelegte Konzept des Projektmanagements und SEM unnötig behindert. Dies alles steht der Entwicklung und Anwendung eines einheitlichen und praktikablen Projektmanagements – in dem sich die Teilaspekte unterschiedlicher Disziplinen wie Betriebswirtschaftslehre, technische Wissenschaften, Arbeitswissenschaften, Menschenführung etc. berühren – im Wege, und es müssen Mittel gefunden werden, die in dieser Ausarbeitung nur andeutungsweise wiedergegebene Richtung der Entwicklung eines Projektmanagement- und SEM-Konzeptes zu verwirklichen.

### Literatur

[1] Huber, R. K.: *Systemanalyse zur Entscheidungsvorbereitung*. In: *Angewandte Systemanalyse, Band 1, Heft 1*, 1980  
 [2] WIM Wirtschaftsvereinigung industrielle Meerestechnik (Hrsg.): *Systemtechnik*. Düsseldorf 1973  
 [3] Huber, R. K.: *Systemtechnik und Waffensystemplanung – Grundlagen, Ansatz, Probleme*. In: Huber, R. K. u. a. (Hrsg.): *Waffensystemplanung*. München 1977  
 [4] Saynisch, M.: *Grundlagen des phasenweisen Projektablaufs*. In: *Projektmanagement – Konzepte, Verfahren, Anwendungen*. München, Wien 1979  
 [5] Daenzer, W. F. (Hrsg.): *Systems Engineering*. Köln, Zürich 1976/77  
 [6] Machol, R. E.: *Methodology of Systems Engineering*. In: Machol, R. E. u. a. (Hrsg.): *Systems Engineering Handbook*. New York, London, Sydney 1965

[7] Johnson, R. A./Kast, E. F./Rosenzweig, E. J.: *The Theory and Management of Systems*. New York 1963  
 [8] Chase, W. P.: *Management of Systems Engineering*. New York 1974  
 [9] Phoenix, W. H.: *Project Performance Measurement – An Integrated Systems Model*. Proceedings of the 6<sup>th</sup> INTERNET Congress, Düsseldorf 1979  
 [10] MIL-STD-499: *Engineering Management*. May 1974  
 [11] Hall, A. D.: *A Methodology for Systems Engineering*. Princeton, New York 1962  
 [12] AFSCM: *Systems Engineering Management*. AFSCM 375-5, 1974  
 [13] Saynisch, M.: *An universal Project Management System – An overview*. Proceedings of the 6<sup>th</sup> INTERNET Congress 1979, Düsseldorf 1979  
 [14] Saynisch, M.: *Project Management System for a large international Project*. In: *Int. Journal of Project Management*, Vol. 1, No. 2, 1983  
 [15] Saynisch, M.: *Phasenweiser Projektablauf bei Entwicklungsvorhaben*. In: *Projektmanagement-Konzepte, Verfahren, Anwendungen*. München, Wien 1979  
 [16] Gewalt, u. a.: *Software Engineering Grundlagen und Technik rationeller Programmentwicklung*. München, Wien 1982  
 [17] Haugg, F.: *Software Engineering und ihre Qualitätssicherung*. München 1983  
 [18] Balzert, H.: *Die Entwicklung von Software-Systemen*. Mannheim, Wien, Zürich 1982  
 [19] Roth, K. H.: *Grundlagen methodischen Vorgehens beim Konstruieren, Konstruktionspraxis im Umbruch*. VDI-Report No. 347, Düsseldorf 1979  
 [20] VDI: *Richtlinie Konstruktionsmethodik, Konzipieren technischer Produkte*. VDI 2222, 1974  
 [21] Bernhardt, R.: *Systematisierung des Konstruktionsprozesses*. Düsseldorf 1981  
 [22] Chestnut, H.: *Systems Engineering Methods*. New York 1967 und: *Systems Engineering Tools*. New York 1965  
 [23] Büchel, A.: *Systems Engineering*. In: *Industrielle Organisation*, 1969, No. 9, pp. 373–385  
 [24] Allesch, J./Baz, P.: *Systemtechnik im Überblick*. Vorlesungsmanuskript Brennpunkt Systemtechnik, TU Berlin, Berlin 1974  
 [25] Zangemeister, C.: *Einführende Grundlagen der Systemtechnik*. Vorlesungsmanuskript Brennpunkt Systemtechnik, TU Berlin, Berlin 1974  
 [26] Bernecker, G.: *Planung und Bau verfahrenstechnischer Anlagen*. Düsseldorf 1977  
 [27] Rüsberg, K. H.: *Die Praxis des Project Managements*. München 1978  
 [28] Widmann, A. J.: *Handbuch des Investitionsgüter- und Industrieanlagen-Exports*. München 1977  
 [29] Zschke, E.: *Project Management as a Starting Point for Formalization of Information and Decision Systems*. Proceedings of the 6<sup>th</sup> INTERNET Congress, Düsseldorf 1979  
 [30] Archibald, R. D.: *In Search of New Frontiers in Project Management*. Proceedings of the 6<sup>th</sup> INTERNET Congress, Düsseldorf 1979  
 [31] Hofstede, G.: *Cultural Dimensions for Project Management*. In: *Int. Journal of Project Management*, Vol. 1, No. 1, 1983  
 [32] Saynisch, M.: *Systems Engineering Management in Germany and the influence on the application of the project management concept*. In: *Proceedings of PMI/INTERNET Joint Symposium*, Boston, MA, USA, 1981